

Chaos und Selbstorganisation: neue theoretische Ansätze in den Sozialwissenschaften

Müller-Benedict, Volker

Veröffentlichungsversion / Published Version
Zeitschriftenartikel / journal article

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:
GESIS - Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Müller-Benedict, V. (1996). Chaos und Selbstorganisation: neue theoretische Ansätze in den Sozialwissenschaften. *Historical Social Research*, 21(1), 26-93. <https://doi.org/10.12759/hsr.21.1996.1.26-93>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY Lizenz (Namensnennung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY Licence (Attribution). For more Information see:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Chaos und Selbstorganisation: Neue theoretische Ansätze in den Sozialwissenschaften

*Volker Müller-Benedict**

Abstract: „Chaos“ and „self-organization“ are key terms for new insights coming from the natural sciences which claim to break new theoretical ground. This new scientific paradigm is briefly characterized. Next previous applications and the paradigm's general applicability are considered. The most promising applications are seen in the area of quantitative formal dynamic models. The potential to gain new insight into social dynamics is explored in three areas: chaos through macro structural concatenations, deterministic chaos as a result of threshold variables, and the emergence of extreme attitudes as a result of stochastic nonlinear individual dependencies. The new approaches open up new ways of understanding and new fields of study. They do not, however, represent a paradigm shift for the social sciences.

0. Fragestellung

Das Thema steckt einen weiten Rahmen ab, der übergreifende Einsichten in die neuen methodischen Entwicklungen der Chaos- und Selbstorganisationsforschung in verschiedenen Wissenschaftsbereichen ebenso wie einen Überblick über weite Bereiche der Sozialwissenschaften einschließt. Weit davon entfernt, diese Voraussetzungen zu besitzen, ist der Beitrag vornehmlich an praktischer Anwendung der neuen Methoden in sozialwissenschaftlichen Problemstellungen orientiert. Die Suche nach Beispielen für solche Anwendungen führte nur zu sehr verstreuten, aus unterschiedlichen soziologischen Feldern stammenden Einzelanwendungen.¹ Offenbar gibt es Anwendungsmöglichkeiten in vielen so-

* Address all communications to Volker Müller-Benedict, Soziologisches Seminar der Georg-August-Universität Göttingen, Platz der Göttinger Sieben 3, 37073 Göttingen. Tel.: 0551/397195; e-mail: ubewed@gwdg.de.

¹ So zeigt z.B. der »SSI« (Stand Anf. 95) nur 51 Einträge zum Stichwort »Chaos«.

zialwissenschaftlichen Feldern, die jedoch oft noch im Experimentierstadium stecken. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer mehr grundsätzlichen Diskussion darüber, in welchen Bereichen der Sozialwissenschaften die Methoden mit der größten Aussicht auf Erfolg angewandt werden können und welchen Gewinn ihr Einsatz dort erbringen kann. Diese Diskussion soll hier geführt werden.

Ein weiterer Grund verlangt eine breitere Behandlung des Themas. Es handelt sich hier nämlich nicht allein um eine Übernahme von zuerst in den Naturwissenschaften erprobten Methoden, die durch einen Hinweis auf die seit langem mit festen Fronten etablierte Diskussion über die grundsätzliche Frage der Anwendbarkeit solcher Methoden auf »Gesellschaft« statt auf »Natur«² erledigt werden könnte. Es geht vielmehr um ein Programm, das beansprucht, eine neue Denkweise in allen Bereichen der Wissenschaft einzuleiten, das so den Kern eines neuen Paradigmas (Kuhn) bildet, das nicht nur für die Naturwissenschaften gelten soll, sondern sogar eine Wieder-Annäherung von Natur- und Gesellschaftswissenschaften herbeiführen könnte. Praktische Anwendungen in den Sozialwissenschaften wären also nicht nur Vertiefungen und Verbesserungen, sondern führten zu bisher nicht denkbaren oder nicht erforschbaren sozialwissenschaftlichen Phänomenen. Dieser Anspruch der neuen Methoden, daß sie die Aufgabe bewährter sozialwissenschaftlicher Denkweisen einleiten, kann ebenfalls ohne eine in die Grundsätze dieser Denkweisen führende Diskussion nicht beurteilt werden.

Deshalb wird im Teil I versucht, nach einer knappen Darstellung der Essenzen der neuen Methoden für die Naturwissenschaften, einen Rahmen abzustecken, in dem ihre Anwendungsmöglichkeiten und Reichweiten für die Sozialwissenschaften diskutiert werden können. In Teil II werden dann drei konkrete Anwendungsbeispiele vorgestellt, an denen der Anspruch der neuen Methoden überprüft werden kann.

worunter sich nur 6 befinden, die u.a. auch das Schlagwort »social Systems« beanspruchen. Alle anderen Beiträge stammen aus Ökonomie, Psychologie oder reiner Statistik/Methodologie.

² Dazu gibt H.Markl etwas pointiert die Meinung der meisten Sozialwissenschaftler so wieder »Meine Themenfrage, ob Sozialwissenschaften eine Naturwissenschaft seien, [...] ist [...] erstens sofort zu verneinen und zweitens eigentlich sogar nur eine weitere anmaßende Unverschämtheit der imperialistischen Naturwissenschaften gegenüber den fremden Völkern, die am anderen wissenschaftstheoretischen Ufer in unverständlichem Idiom ihre unerschöpflichen heiligen Schriften in immer neuen Zusammenhängen interpretieren.« (Markl 1987:9).

I. Ein neues »Paradigma« in den Naturwissenschaften und seine Anwendungsmöglichkeiten in den Sozialwissenschaften

1.1. Chaos, Selbstorganisation u.a.:

Entstehen eines neuen Paradigmas in den Naturwissenschaften.

In verschiedenen Gebieten der Naturwissenschaften führten in den letzten beiden Jahrzehnten neue theoretische Ansätze zu Lösungen für offene Probleme (Mußmann 1994). Diese theoretischen Ansätze haben in den verschiedenen Disziplinen unterschiedliche Namen: dissipative Strukturen (Prigogine 1979, Nicolis/Prigogine 1987), Autopoiesis (Maturana 1982), Chaostheorie (Peitgen/Richter 1986), Synergetik (Haken 1982). Ihre Gemeinsamkeit besteht darin, qualitative Änderungen in der Natur durch eine den betrachteten Phänomenen selbst innewohnende Dynamik zu erklären. Strukturveränderungen, Sprünge von einem Gleichgewicht zum nächsten, Knospung und Verzweigungen etc. werden nicht mehr als Konsequenzen veränderter Bedingungen, die für das Phänomen exogen sind, erklärt, sondern als Konsequenzen der zeitlichen Entwicklung der internen Abhängigkeiten innerhalb des Phänomens: Wir altern nicht, weil wir uns in der Auseinandersetzung mit der Umwelt abnutzen, sondern weil die genetische Uhr in uns tickt; gleichartige Planeten haben völlig verschiedene Bahnen, nicht, weil sie Zusammenstöße hinter sich haben, sondern weil das Drei- und Mehrkörperproblem, das die Bahnen von mehr als zwei Planeten beschreibt, schon bei geringsten Parameteränderungen zu völlig verschiedenen Lösungen führt (Kursbuch 1989:152ff); Termiten gibt es mal viele mal wenige, nicht, weil sie von anderen Tieren gefressen werden, sondern weil ihre Vermehrungsraten im chaotischen Bereich liegen (May 1976).³

Bezeichnet man Gesetze, die Strukturveränderungen vorhersagen können, als »Strukturgesetze«, so bildet das Auffinden solcher Strukturgesetze ein Hauptanliegen der neuen Theorien. Techniken werden gesucht, die es erlauben, von vorgefundenen Strukturen auf ihre Strukturgesetze zu schließen. Erfolgreich war die Suche bisher im Bereich natürlicher Strukturen: Gräser, Bäume, Berge, Mondlandschaften werden heute von Computern virtuell erzeugt, und zwar nicht aus fotografischen Bildern, sondern aus im Vergleich mit der Regellosigkeit und Kompliziertheit der Ergebnisse ausgesprochen einfachen Rekursionsformeln (Mandelbrot 1988).

Der Begriff »Selbstorganisation«, von v. Foerster zuerst benutzt (Foerster 1960) und in den verschiedenen naturwissenschaftlichen Problemfeldern gleichermaßen zur Beschreibung verwendet (Eigen 1988:114, Prigogine 1989:35, Haken 1987:154), ist heute am weitesten verbreitet, um dieses Geschehen für

³ »Die sich dabei herausbildende Ordnung oder Struktur ergibt sich nicht durch externe Einwirkungen, sondern aus der Interaktion zwischen den Elementen des Systems. Diese emergente Ordnung stellt eine neue Makroqualität des Systems dar.«(Mayntz 1990:58).

alle Wissensgebiete übergreifend zu beschreiben (Krohn/Küppers 1990, Mußmann 1994)/

»Chaos« ist in diesen Zusammenhängen nur eine Gruppe von Spezialfällen von qualitativen Veränderungen in natürlichen Phänomenen, meist das Verhalten, das bei »extremen«⁵ Umweltbedingungen angenommen wird. Die geordneten Elektronenbahnen springen bei immer höheren Temperaturen auf Bahnen mit höheren Energieniveaus, bis sie bei Extremtemperaturen jede Ordnung aufgeben und zum chaotischen Plasma werden. Die Wassertropfen aus dem tropfenden Wasserhahn verdoppeln bei weiterer Hahnöffnung jeweils ihre Tropffrequenz, bis sie bei einer bestimmten Grenze des Wasserdrucks jede abzählbare Frequenz aufgeben und zur chaotischen Fluktuation werden. Gleichmäßig anwachsende Umwelteinwirkungen führen in diesen Fällen zu stufenweisen Änderungen in den natürlichen Prozessen. Die verschiedenen Qualitäten der Stufen ergeben sich aus der inneren Struktur der Prozesse, und Chaos ist eine von diesen Qualitäten,⁶ während der Prozeß des Findens, des Übergangs zu und der Stabilisierung auf einer nächsten Stufe die Selbstorganisation darstellt.

Dabei »vergißt« der Prozeß die vorangehenden Qualitäten bzw. Stufen, wenn es sich um einen evolutionären bzw. irreversiblen, mit Energieverlusten oder -aufnahme aus der Umwelt verbundenen Vorgang handelt. Paradebeispiel ist die Entwicklung eines Menschen aus der Eizelle: Das Bewußtsein weiß nichts über die vorher entstandenen Gehirnstrukturen, diese funktionieren ohne Rückgriff auf den Prozeß der Herausbildung der Körperteile, die entstehen wiederum ohne Verwendung der Prozesse der Zellteilung und -bildung, usf.; oder die Evolution der Arten: Landtiere können nicht schwimmen, obwohl alles Lebendige im Wasser entstanden ist, Menschen können nicht instinktiv reagieren, obwohl sie von Tieren abstammen.

Einen kleinen Überblick über die Fortschritte, die die neuen Ansätze erbringen, kann eine Aufzählung der auffälligsten Eigenschaften selbstorganisierender Systeme geben:

⁴ Da der Begriff inzwischen so häufig ist, daß er nicht mehr ohne Fach- oder Problembezug benutzt werden kann, hier eine systemtheoretische Definition: »In einer schwachen Version (mit der sich die meisten naturwissenschaftlichen Systemtheoretiker zufriedengeben) ist ein System selbstorganisierend, wenn seine räumlichen und zeitlichen Strukturen ausschließlich von der internen Dynamik des Systems hervorgebracht werden [...]« (Krohn/Küppers 1992:395).

⁵ »Extrem« in bezug auf die Größe eines oder mehrerer Modellparameter in einem formalen Modell. S. die Fallbeispiel 1 und 2.

⁶ Als charakteristische Bestandteile von »Chaos«, die sich aus den zahlreichen verwendeten Definitionen ergeben, gelten »a) irreguläre Periodizität, b) Sensitivität von Anfangsbedingungen, c) Unvorhersagbarkeit« (Brown 1995:10). Eine ähnliche Definition: »Der allgemeine Begriff *Chaos* bezeichnet Ereignisfolgen oder Prozesse, die wegen ihrer sensitiven Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen langfristig nicht vorhersagbar sind [...]« (Krohn/Küppers 1992:388).

- sie können qualitativ verschiedene Systemzustände einnehmen,
- sie können irreversible Strukturveränderungen hervorbringen,
- diese Änderungen erfolgen eigengesetzlich oder spontan; innerhalb spezifischer Grenzen »wählt« sich das System seine Entwicklung selbst,
- der konkrete Verlauf der Systementwicklung ist unvorhersehbar,
- sie sind operational und informell geschlossen, stehen aber gleichwohl immer in energetischem Austausch mit der Umwelt (offene Systeme),
- sie können »von selbst« (durch stochastische Ereignisse in internen nicht-linearen Rückkoppelungen) instabil werden und »chaotisches Verhalten« zeigen,
- oberhalb einer kritischen Komplexität ist Selbstorganisation als Ereignis erwartbar (s.a. Mußmann 1994:205).

Alle Ansätze profitieren von neuen mathematischen Methoden, die die Berechnung sog. nichtlinearer dynamischer Systeme ermöglichen und damit die schon sehr viel früher bekannten mathematischen Phänomene dieser Qualität lösbar gemacht haben. Diese neuen Methoden beruhen entscheidend auf der Möglichkeit, hochgradig zeitaufwendige Approximationen, Simulationen und numerische Lösungsmethoden von Computern durchführen zu lassen. Sie sind deshalb erst seit der Entwicklung leicht zugänglicher, rechenstarker Computer zum Tragen gekommen.⁷

Als ein gemeinsamer Kernbestand der verschiedenen Ansätze kann die Verwendung spezifischer nichtlinearer Gleichungssysteme aus dem Bestand dieser neuen mathematischen Methoden angesehen werden. Je nach Anwendungsgebiet werden die Gleichungen dabei auf sehr verschiedene Inhalte hin interpretiert. Die genaue Bedeutung z.B. von »chaotischem Verhalten« in den naturwissenschaftlichen Anwendungen erschließt sich deshalb immer nur aus der Kenntnis des das Chaos verursachenden speziellen nichtlinearen Systems von Wechselwirkungen und seiner inhaltlichen Interpretation. Exakte Definitionen von Begriffen wie Chaos und Selbstorganisation sind bisher nur im Rahmen von für das jeweilige Fachgebiet speziellen mathematischen Formalismen - »Theorien nichtlinearer dynamischer Systeme« - erfolgt.⁸

Solche ausgearbeiteten Theorien gibt es aber bisher nur in Spezialgebieten. Ihre Formulierung als Grundlagentheorie, etwa »Allgemeine Theorie nichtlinearer Systeme« oder »Wissenschaft vom Komplexen« (Nicolis/Prigogine 1987) wäre der Durchbruch eines tragfähigen neuen Paradigmas. Vom Vorhandenseins eines neuen Paradigmas im Sinne Kuhns sind die Naturwissenschaften

⁷ »Vor der Ankunft großer Computer war [...] praktisch niemand in der Lage, die Dynamik solcher Systeme numerisch zu verfolgen« (Eilenberger 1990:87).

⁸ Für die Wirtschaftswissenschaften s. z.B. Loistl/Betz 1993:38ff, oder Lorenz 1989:138: »Definition 4.8: A dynamical System [...] is chaotic if it possesses a Strange attractor (in the sense of Definition 4.7) [...]«. In der Mathematik wird deshalb auch immer genauer von »Deterministischem Chaos« - als Gegensatz zu auch durch Zufall erklärbaren Fluktuationen - gesprochen.

auch nach Selbsteinschätzung der Protagonisten allerdings noch weit entfernt⁹. In vielen Einzelanwendungen können jedoch die nichtlinearen dynamischen Systeme auf Erfolge verweisen.¹⁰ So erscheint die Forschung auf diesem Gebiet zu einem nicht unbeträchtlichen Teil als die Entdeckung und Verbreitung von »Prototyp«-Gleichungssystemen, deren Ähnlichkeit in den verschiedenen Disziplinen erst auf eine mögliche grundlegendere Verallgemeinerung hinweist (Mußmann 1994:261).

1.2. Weitergehende Ansprüche des neuen »Paradigmas«

Ähnlich wie bei der Entwicklung der früheren Systemtheorie, die mittlerweile als »Systemthéorie erster Ordnung« bezeichnet wird, entwickelte der neue Ansatz »Selbstorganisation« schnell den Anspruch, nicht nur für spezielle naturwissenschaftliche Fragestellungen, sondern für alle Wissensbereiche eine grundlegende neue Begrifflichkeit und Denkweise zur Verfügung zu stellen (Krohn/Küppers 1990, Maturana/Varela 1987). Seine Aufnahme in den Nicht-Naturwissenschaften wurde dadurch erleichtert, daß in ihren Forschungsfeldern schon immer eher Entwicklungen, Strukturveränderungen, Neuheiten, Qualitäten (statt Quantitäten), Evolutionen, Krisen, komplexe Wechselwirkungen vorherrschten als gleichbleibende Gesetzmäßigkeiten und nur quantitative Verschiedenheiten. Und gerade diese Phänomene versprechen die nichtlinearen dynamischen Systeme nachbilden zu können.

Wenn etwa so unterschiedliche gesellschaftliche Strukturen wie Demokratie und Totalitarismus von einem einzigen System von dynamischen Variablen lediglich durch verschiedene Anfangsbedingungen im Zeitverlauf erzeugt werden könnten (Weidlich/Haag 1983),¹¹ besäße dieses System eine grundlegendere dynamische Struktur von Gesellschaft als die von ihm erzeugten, bildete sozusagen einen »Kern« gesellschaftlicher Strukturen, der in vielen tatsächlichen, zeitlich oder räumlich fixierten Strukturen enthalten ist. Solche Systeme könnten mithin Bausteine allgemeinerer sozialer Systeme sein, die in jedem historisch-spezifisch entfalteten sozialen System stecken, also Teile einer systematischen allgemeinen Gesellschaftstheorie sind. Hoffnungen dieser Art verbreiten die neuen Ansätze auch in anderen wissenschaftlichen Bereichen, bei denen die Entwicklung ihrer Objekte stark an zeitliche oder räumliche Erfahrungen geknüpft sind, wie Wirtschaftswissenschaften (Lorenz 1989), Biologie,

⁹ »Sind wir doch weit von einer vereinheitlichenden Lösung entfernt - von einer Art neuer globaler Systemtheorie [...].« (Prigogine 1982:129) »Im Grunde sind wir gegenwärtig mit dem Versuch beschäftigt, diese Entdeckungen in ein stimmiges Gesamtbild zu integrieren.« (Prigogine 1989:47).

¹⁰ So umfaßt z.B. die »Springer-Series in Synergetics« mittlerweile über 65 Titel mit dem Programm: »Synergetics, an interdisciplinary field of research, is concerned with the cooperation of individual parts of a system that produces macroscopic spatial, temporal or functional structures«.

¹¹ s. Fallbeispiel.

Psychologie (Schmidt-Denter 1992), Medizin, Ökologie, Literaturwissenschaft (s. die Übersicht in Mußmann 1994:323).

Der Anspruch geht dahin, mit »Selbstorganisation« letztlich eine Schablone bereitzustellen, aus der sich bekannte verschiedene Strukturen immanent ableiten lassen. Schlagwortartig verspricht also das Konzept allen anderen Wissenschaften, ihren bisher oft unter der Singularität des Einzelfalls leidenden, meist auch eher qualitativ argumentierenden Forschungen eine verallgemeinerungsfähige und sogar quantifizierbare Grundlage zu geben. An diesem Versprechen setzt auch in den Sozialwissenschaften eine breite konzeptuelle Diskussion und Erforschung der neuen Ansätze an, die sich nur noch wenig an konkrete nichtlineare dynamische Systeme anlehnt (Luhmann 1984, Hejl 1992, Bühl 1992, Mußmann 1994:217ff).

Am weitgehendsten ist die Wissenschaftstheorie selbst von den Erwartungen des neuen Paradigmas betroffen (Krohn/Küppers 1990, 1992). Die Konsequenzen der neuen Ansätze in den Naturwissenschaften rechtfertigen nämlich eine generelle Kritik einiger bisheriger Vorstellungen von »Wissenschaftlichkeit«. Im Vordergrund stehen zum einen Erwartungen an die Ergebnisse und die Kausalitätsfeststellungen von Wissenschaft und zum anderen das Subjekt-Objekt-Verhältnis des Wissenschaftlers zu seinem Feld. War bisher die exakte Prognosefähigkeit eines der handfestesten Validierungsinstrumente wissenschaftlicher Erkenntnisse, so zeigen die Ergebnisse der mathematischen Chaostheorie, daß für bestimmte Systeme eine prinzipielle Unvorhersagbarkeit der dynamischen Entwicklung besteht, obwohl sie gleichwohl exakt definierbar sind.¹² Aus ähnlichen Ergebnissen folgt, daß einfache Kausalitätsvorstellungen (schwache Kausalität) nicht mehr stimmen: aus »ähnlichen«, nahe beieinanderliegenden Ursachen folgen nicht mehr »ähnliche« Wirkungen, sondern im Extremfall folgt aus einer winzigen Störung der Übergang von Stabilität in Chaos; ebenso kann derselbe Zustand aller, ein System bestimmender Variablen, mit qualitativ verschiedenem beobachtbarem Systemverhalten gekoppelt sein (multiple Gleichgewichte, Katastrophentheorie; s. Thom 1975, Saunders 1980). Der schon durch die Quantenmechanik im subatomaren Bereich in seiner Unabhängigkeit erschütterte Beobachterstatus des Wissenschaftlers (Heisenbergsche Unschärferelation) verliert seine Unabhängigkeit auch im makroskopischen Bereich, wenn die wissenschaftliche Erkenntnisproduktion selbst ein selbstorganisierter Vorgang und Wissenschaft deshalb »aktive Reproduktion« ist (Krohn/Küppers 1992a: 181).

Voraussetzung für die Ausweitung des Geltungsanspruchs der neuen Ansätze war die Verbreitung des Systemdenkens in allen Wissenschaftsbereichen. Zentrale Ergebnisse sind immer für spezielle »Systeme« als Grundeinheiten for-

¹² »Beim Auftreten chaotischer Dynamik - und dies dürfte nach den Erwartungen der Mehrheit der einschlägig tätigen Wissenschaftler für sehr viele komplexe Systeme der Fall sein - ist aus prinzipiellen Gründen die Möglichkeit langfristiger Vorhersagen eingeschränkt« (Schuster 1992:213).

mutiert und beziehen von daher ihren Verallgemeinerungsanspruch. Wie die Essenz von Selbstorganisation auch definiert werden mag, z.B. »qualitativer Wandel auf Grund der Struktur der internen Zusammenhänge«, müssen die hierbei verwendeten Begriffe, z.B. hier »Wandel« (= Veränderung unter Beibehalt der »Identität«), und »intern« (- unterscheidbar von der »Umwelt«), generell für alle denkbaren Probleme definiert sein, was nur unter Rückgriff auf eine Systemdefinition möglich ist. Erst wenn auch in anderen Wissenschaftsbereichen »Systeme« identifiziert sind, kann hier an eine Anwendung des neuen Paradigmas gedacht werden. Die neuen Ansätze werden deshalb auch als »Systemtheorie zweiter Ordnung« oder »Neue Systemtheorie« bezeichnet (Mußmann1994:222)

Auch wenn der universalistische Anspruch eines wissenschaftsübergreifenden neuen »Paradigmas« vor dem Hintergrund, daß noch nicht einmal in den Naturwissenschaften eine Vereinheitlichung in Sicht ist, eher kritisch beurteilt werden muß, ist offensichtlich, daß die Weiterentwicklung und Verbindung der Ansätze Grundlagenforschung darstellt in dem gleichen Sinn, in dem die Systemtheorie inzwischen als Grundlagenwissen in fast allen Wissenschaftsbereichen nicht mehr wegzudenken ist. Dabei ist nicht nur die Entwicklung neuer wissenschaftstheoretischer Konzepte, sondern auch die spezielle Entwicklung quantitativer Modelle von nichtlinearen Systemen mit diversen Eigenschaften Grundlagenforschung im weitesten Sinne, d.h. fächerübergreifend, vergleichbar mit Logik und Mathematik; sie hat deshalb auch nicht nur anwendungsbezogen, sondern auch selbstbezogenen Sinn. Neben den ersten und bekanntesten dieser Modelle, dem Lorenzschen Wettermodell (1963) und dem »Apfelmännchen« (Peitgen/Richter 1986), gibt es inzwischen eine große Zahl von speziellen Systemen, die Chaos (Bossel 1992, Troitzsch 1990) bzw. die selbstorganisiert Strukturveränderungen erzeugen (Weidlich/Haag 1983, Wunderlin/Haken 1987). Diese Systemmodelle sind universell füllbar mit fachspezifischen »Verhaltenshypothesen« und harren auch auf Anwendung in den Sozialwissenschaften.

1.3. Bisherige Anwendungen in den Sozialwissenschaften

Für die bisher bekannten Anwendungen des neuen Paradigmas möchte ich zunächst diskutieren, ob es für die neuen Methoden Schwerpunkte innerhalb der methodisch verschiedenen sozialwissenschaftlichen Teilbereiche gab, d.h. wo das neue Paradigma als Methode am ehesten praktische Verwendung fand und neue Ergebnisse erwarten ließ. Dabei wird sich die Darstellung auf eine grobe Charakterisierung der methodischen Teilbereiche als »eher quantitativ oder eher qualitativ« und »eher theoretisch oder eher empirisch« beschränken.

Die Versuche, das neue Paradigma in den Sozialwissenschaften anzuwenden, lassen sich zunächst in zwei unterschiedliche Kategorien teilen: In der einen wird der Schwerpunkt auf seine weitergehenden wissenschaftstheoretischen

oder konzeptuellen Implikationen gelegt, in der anderen liegt er bei der Verwendung der neuen quantitativen Methoden (Mayntz 1992:58). Die letzte Kategorie läßt sich genauer abgrenzen durch die nicht nur illustrative, sondern für den Argumentationsgang entscheidende Verwendung formaler mathematischer Modelle.

In der ersten Kategorie handelt es sich um verbale theoretische Abhandlungen.¹³ Da das Programm der »Selbstorganisationsforschung« von vornherein interdisziplinär ausgelegt ist, treten die meisten Anwendungen in den Randbereichen der Disziplin, wie Sozialphilosophie, Wissenschaftssoziologie (Pasklack 1991), Wissenschaftstheorie (Krohn/Küppers 1990, 1992), Managementlehre etc. auf. Überall geht es darum, die Konsequenzen eines »Abschieds vom linearen Denken« (Bühl 1990) nachzuzeichnen.

Die genuin sozialwissenschaftlichen Anwendungen befinden sich hier im Bereich der sozialwissenschaftlichen Theoriebildung, selbstverständlich in der Kategorie »Weiterentwicklung der Theorie sozialer Systeme«. N. Luhmann verändert seine vorhergehenden »System«-Vorstellungen in Rezeption des neuen Paradigmas, und zwar des spezifischen Stranges »autopoietische Systeme« (Maturana/Varela 1987) und will damit den Sozial Wissenschaften den Anschluß an die fächerübergreifende Diskussion erschließen.¹⁴ Die Bemühungen in dieser Richtung laufen darauf hinaus (Hejl 1984, Willke 1989), Theorien sozialer Systeme auf sich abzeichnenden »Grundprinzipien« einer neuen Systemtheorie oder »Kernbestände« der neuen Ansätze in Analogien bildender Weise aufzubauen, etwa dem Prinzip der »operationalen Geschlossenheit« auch von sozialen Systemen, der »spontanen Strukturbildung«, der »Selbstreferenz«, der »Systemkoppelung« etc. Diese generalisierten Prinzipien sind alle auf einer Abstraktionsebene angesiedelt, die nicht mehr an speziellen realen Systemen gemessen werden kann.¹⁵ Sie sind zustande gekommen, indem Protagonisten aus Einzelfächern bewußt ihre speziellen Ergebnisse in Richtung auf ein neues Paradigma verallgemeinert haben oder indem sekundäranalytische Studien von nicht fachspezifisch-problemorientierten Wissenschaftlern übergreifende sy-

¹³ So gibt es in der sozialwissenschaftlichen Datenbank SOLIS (Stand Anf. 95) 26 Eintragungen zum Stichwort »Chaos«, von denen z.B. mind. 15 »Chaos« im herkömmlichen Sinn als einen gesellschaftlichen Zustand ohne erkennbare Entwicklungsrichtung bzw. ohne wirksame Zusammenhänge gebrauchen.

¹⁴ »Stimulierend haben zunächst die Thermodynamik und die Biologie als Theorie des Organismus, später auch Neurophysiologie, Zellentheorie und Computertheorie gewirkt; ferner natürlich interdisziplinäre Zusammenschlüsse wie Informationstheorie und Kybernetik. Die Soziologie blieb nicht nur als mitwirkende Forschung ausgeschlossen; sie hat sich in diesem interdisziplinären Kontext als lernunfähig erwiesen.« (Luhmann 1984:27).

¹⁵ »Die Übertragung naturwissenschaftlicher Modelle (verläuft) im Bereich makrosoziologischer Theoriebildung typischerweise auf dem Weg der *Generalisierung* und *Respezifizierung* [...] Im Prozeß der Generalisierung werden gegenstandsspezifische Teile der ursprünglichen Theorien ausgeblendet; auf diese Weise verliert das Isomorphieproblem an Schärfe.« (Mayntz 1990:59).

stematische Zusammenfassungen versucht haben (Jetschke 1989, Cramer 1989, Paslack 1991).

Da es nach allen Bekundungen noch keine »Systemtheorie zweiter Ordnung« gibt und das neue Paradigma selbst in den Naturwissenschaften, wo es entstanden ist, bisher nicht in den wissenschaftlichen Alltag eingedrungen ist, steht die Allgemeingültigkeit dieser Prinzipien noch aus; ihre Rückvermittlung auf fachspezifische Probleme ist bisher nur in Spezialfällen in Einzelfächern möglich, nicht generell, wie etwa beim »System«-Begriff und seinen Implikationen selbst. Deshalb bleibt die sprachlich-theoretische Anwendung des neuen Paradigmas in den Sozialwissenschaften nur schwer mit realen sozialen Phänomenen vermittelbar. Es fehlt die den Naturwissenschaften entsprechende Erfahrung, ein fachspezifisches, lange ungelöstes Problem mit einem der neuen Ansätze fruchtbar bearbeitet zu haben und ausgehend von diesem speziellen Ansatz verallgemeinern zu können. Ein Zeichen dafür ist, daß auch viele sozialwissenschaftliche Abhandlungen, wenn es um Beispiele für das neue Paradigma geht, in der naturwissenschaftlichen Sphäre verbleiben;¹⁶ und umgekehrt bleiben Beispiele aus der sozialen Wirklichkeit, die die theoretischen Anwendungen illustrieren sollen, meist so banal, daß sie immer auch für jede andere als die ausgefeilte systemtheoretische Behauptung dienen könnten.¹⁷ Die Grundeinsichten des neuen Paradigmas sind eben in der Naturbeobachtung entstanden, deshalb ist ihre Anwendung auf Natur zumindest in Spezialfällen gesichert; ihre Anwendung auf Gesellschaft bleibt unvermittelt

Die Klasse von Phänomenen, die die neuen Methoden behandeln (Qualitäten, Sprünge, Evolution, komplexe Wechselwirkungen), sind aber gerade in den Gesellschaftswissenschaften immer schon die anspruchvollsten zu klärenden Probleme gewesen. Deshalb existieren im Gegensatz zu den Naturwissenschaften¹⁸ hier für diese Fälle meist schon traditionsreiche, sprachlich-theoretische Erklärungen. Die wissenschaftlichen Implikationen des neuen Paradigmas bestehen darum für die Sozialwissenschaften hier darin, daß bisherige Erklärungsmuster durch neue ersetzt werden, oder mindestens, daß ein neues Erklärungsmodell dazu kommt das mit den bisherigen im Widerspruch stehen kann.¹⁹ Meist wird jedoch eher programmatisch ein Umdenken beschworen,

¹⁶ Böhls (1992) beachtliche Literatursammlung z.B. weist an empirischen Forschungsarbeiten zum weit größeren Teil Arbeiten aus Zeitschriften wie »Behavioral Science«, »Bioscience«, »Cybernetics and Systems«, »Futures«, »Kybernetes«, »Human Relations«, »Science«, »Comparative Political Studies« etc. auf.

¹⁷ Ein Beispiel: »Schließlich haben alle Mitglieder eines Sozialsystems Zugang zu seiner Umwelt, gehören sogar als Komponenten Systeme der Umwelt an«. Dazu Anmerkung: »Der Automobilarbeiter ist gleichzeitig (??, M-B) auch Autokäufer und Verkehrsteilnehmer.« (Hejl 1992:275). S. a. TAZ-Artikel über Luhman.

¹⁸ »Die nicht exakten Wissenschaften haben schon immer an der totalen Determiniertheit gezweifelt [...] Die Physik hat sich eine Kunstwelt des Einfachen gebaut, in der die realen Dinge, weil sie kompliziert und komplex sind, den Beigeschmack des Schmutzigen erhielten [...]; Dreckeffekte, wie sie genannt werden, werden vernachlässigt [...]« (Woldeck 1989:10).

¹⁹ »Es wird also **nicht versucht, soziale** Phänomene mit Hilfe einer naturwissenschaft-

das sich auf zukünftige sozialwissenschaftliche Forschung richtet.²⁰ Unklar bleibt in diesen verbalen Beiträgen, an welchen Stellen sozialwissenschaftlicher Theoriebildung oder Forschung genau ein Ertrag dieses Ansatzes erwartbar ist, der einen ähnlichen Stellenwert erreicht, wie in den Naturwissenschaften.

Eine zweite wichtige Komponente des neuen Paradigmas neben der mangelnden empirischen Abstützung, die diesen sozialwissenschaftlichen Anwendungen fehlt, ist eines der Kernstücke: die Beachtung der besonderen Qualität der strukturellen und dynamischen Zusammenhänge und Wechselwirkungen, also z.B. ihrer Nichtlinearität, ihrer Rekursivität, ihrer Parametersensitivität, deren Erkennen, Berechnen und Verstehen gerade in den naturwissenschaftlichen Anwendungen den entscheidenden Fortschritt für den Erfolg bedeutet hat. Die Qualität solcher Beziehungen kann mit sprachlichen Mitteln nicht stringent nachgewiesen werden, eine Unterscheidung zwischen linearer und nichtlinearer Wirkungsverknüpfung ist alltags sprachlich nicht exakt faßbar. Um ein soziales System als ein System nachzuweisen, das eine mindestens ebenso komplexe innere Struktur und zeitliche Koppelung aufweist, wie die in den neuen Ansätzen behandelten, wird deshalb vom »Output«, also vom Systemverhalten, auf seine inneren Zusammenhänge geschlossen: Soziale Systeme wiesen alle Merkmale nichtlinearer Systeme auf: Komplexität, »Sprünge« von Variablen, Rückkoppelungen, »Brüche« in Entwicklungen, Unvorhersehbarkeit, Mehr-Ebenen-Zusammenhänge etc.;²¹ deshalb seien die neuen Ansätze auch für die Behandlung sozialer Systeme geeignete Methoden.

Der Schluß von dem sichtbaren Systemverhalten auf die Komplexität seiner inneren Struktur ist aber nicht zwingend. Daß soziale Probleme sehr komplex sind, d.h. eine Vielzahl von Variablen enthalten, daß die Komplexität die genaue kausale Zurechnung unmöglich macht, daß in sozialen Zusammenhängen oft unerwartete Handlungsfolgen auftreten (Wippler 1978), daß gesellschaftliche Veränderung meist sehr rasch und unstetig verläuft, wird niemand bestreiten. Daß solcherart Phänomene jedoch a) der »Normalfall« der zeitlichen Entwicklung sozialer Systeme sind und daß sie b) von dahinterliegenden entsprechenden strukturellen Systemzusammenhängen verursacht werden, ist auf rein begrifflicher Ebene nicht nachzuweisen. Denn selbst wenn solches Systemver-

lichen Theorie zu erklären; die naturwissenschaftliche Theorie regt vielmehr eine neue Sichtweise an, durch die ein eigenständiger Prozeß der Theorieentwicklung ausgelöst werden kann.« (Mayntz 1992:59).

²⁰ »Damit stellt sich für die Sozialwissenschaften zuerst einmal die Aufgabe, die vielfältigen Anregungen aus einer nun schon verschiedene naturwissenschaftliche Disziplinen übergreifenden Theorie der Nicht-Gleichgewichts-Systeme auch für die Theorie des sozialen Wandels nutzbar zu machen.« (Bühl 1992:14).

²¹ »Jeder folgende Wahlakt, jeder weitere Kaufentschluß, jede politische Entscheidung ist insofern »Historisch« zu nennen, als sie von der vorausgehenden Entscheidung [...] und der wahrgenommenen Position in einem vermuteten Handlungs- und Entscheidungsraum abhängig ist. In keinem Fall ist daher linearer Wandel zu erwarten, der ohne Änderung der Parameterstruktur in allen Regionen und Phasen gleichmäßig nach den gleichen Gesetzen fortschreitet.« (Bühl 1992:55).

halten häufig sein sollte, ist damit noch nichts über die Herkunft aus internen Wechselwirkungen bewiesen; die beobachteten Irregularitäten sozialer Entwicklungen können ebenso gut aus den externen, spezifisch historischen Bedingungen sozialer Systeme erwachsen. Im Gegensatz zu den Naturwissenschaften gab es aber für solcherart soziale Phänomene immer eine Reihe von plausiblen Erklärungen, so daß hier kein Ansatz vorliegt, der bisher unüberbrückbare Herleitungslücken schließt, sondern eine weitere Sichtweise angefügt wird, von der der Nachweis einer stärkeren Erklärungskraft offenbleibt

Es könnte ebenso sein, daß eine soziale Systemforschung den Nachweis erbringt, daß soziale Systeme im Prinzip besonders stabil sind, weil sie aufgrund der in ihnen vorhandenen intelligenten Selbstbeobachtungskapazität mehr Fähigkeiten zur Selbststeuerung haben als jedes andere System, und daß die Schwierigkeit, ein solches Systemverhalten zu beobachten, gerade in dieser Eigenart von Stabilität begründet ist. Eine solche Lösung wird z.B. nahegelegt, wenn zwischen den »soziologischen« und »historischen« Komponenten eines gesellschaftlichen Problems und seiner Erklärung unterschieden wird.²² Die beteiligten sozialen Systeme verhalten sich dabei in der von der Soziologie untersuchbaren und als »typisch« charakterisierbaren Weise, während ihre Kombination und Konstellation in der Problemlage eher historisch zufällig bzw. einmalig ist. »Chaotisches Verhalten« eines Sozialsystems wäre in dieser Erklärungsweise eher »historisch« bedingt als durch eine interne soziale Struktur.

Noch schwieriger wird es für sprachlich-theoretische Anwendungen, jene Qualitäten sozialer Systeme nachzuweisen, die gerade die Essenz des neuen Paradigmas ausmachen: z.B. »Phasenübergänge«, »Schwellwerte«, »Bifurkationen« (Verzweigungen) und »Übergang von Ordnung in Chaos«. Dafür müßten nämlich nicht nur qualitativ die Art der strukturellen Zusammenhänge und Wechselwirkungen angegeben, sondern quantitativ die Stärke dieser Zusammenhänge abgeschätzt werden. Der Zeitpunkt und die Art eines »qualitativen Sprungs« des Systemzustands ergibt sich ja gerade aus der quantitativen Veränderung externer oder interner Parameter. Wenn deshalb deterministisches Chaos oder Selbstorganisation als Folge bestimmter Strukturen behauptet werden soll, muß notwendig eine quantitative Aussage über bestimmte Systemvariablen oder -parameter gemacht werden.

Die Schwierigkeit in der neuen Denkweise etwas entschieden anderes als nur eine weitere Erklärungsmöglichkeit zu sehen, d.h. sie auch für die Sozialwissenschaften als Anfang eines neuen »Paradigmas« nachzuweisen, liegt deshalb darin, daß sich die Unterschiede zwischen »neuen« und »alten« Erklärungsmustern auf dieser rein sprachlichen Ebene nur schwer definieren lassen. In den Naturwissenschaften und auch in den Modellen der Wirtschaftswissenschaften läßt sich letztlich durch einen Bück auf die Formeln entscheiden, ob

²² Boudon 1992 sieht hier den entscheidenden Punkt der Verortung sozialwissenschaftlicher »Theorien des sozialen Wandels« (bes. Kap. 2).

wir es hier mit einem nichtlinearen System in der Nähe einer Instabilität, am Rand des Chaosbereichs oder vor einem Bifurkationspunkt zu tun haben. Eine rein sprachliche Beschreibung eines sozialen Problems läßt dagegen offen, ob die Wirkungszusammenhänge linearer oder nichtlinearer Natur sind, und vor allem, in welchem möglichen Wertebereich sich die betrachteten sozialen Variablen bewegen können. Diese Entscheidung ist jedoch notwendig, um gerade die neuen Qualitäten, z.B. chaotisches Verhalten, einem System zuschreiben zu können. Da jedoch die großen Zweifel, ob sich soziale Phänomene generell formalisiert beschreiben lassen, seit jeher eins der meistdiskutierten Themen der sozialwissenschaftlichen Theorie sind und von den meisten Sozialwissenschaftlern geteilt werden, kann auf sprachliche Beschreibungen auch heute nicht verzichtet werden. Ist aber schon die sprachliche Fassung sozialer Phänomene als Problem sozialer Systeme (Luhmann 1987) schwierig, so ist der Nachweis eines sozialen Phänomens als Konsequenz der Dynamik eines nichtlinearen sozialen Systems auf sprachlicher-theoretischer Ebene wohl zum Scheitern verurteilt. Deshalb ist bisher der fruchtbarste Einsatz der neuen Denkweise in den Sozialwissenschaften auf die gleichzeitige notwendige Formalisierung von Teilen des betrachteten Problems angewiesen, wobei die zweite Kategorie der bisherigen Anwendung in den Blick kommt.

Eine Klammer zwischen beiden Anwendungsformen wird vor allem durch die Verwendung der gleichen Begrifflichkeit hergestellt. Dazu zählen neben den schon bekannten Begriffen aus der Systemtheorie wie »System«, »Systemstruktur«, »-demente«, und »-komplexität« und den von den neuen Methoden geschaffenen Begriffen wie »Verzweigungspunkte«, »Fluktuationen«, »Ordnungsparameter« auch altbekannte wie »Brüche« und »Sprünge« in einer Entwicklung, »Modelle«, »Zustandsänderungen«, »Strukturveränderungen«, »Szenario«, »Beziehung« u.a., die aber sowohl in der sprachlich-theoretischen als auch in der quantitativen Anwendung sich nun auf spezifische Vorstellungen der Dynamik nichtlinearer Systeme beziehen. »Strukturveränderung« etwa bezeichnet nicht eine Änderung in den vorausgesetzten konstanten Bedingungen eines sozialen Problems (Boudon 1992: Kap. 4), sondern z.B. den Durchgang des Systems durch eine Instabilität mit der Konsequenz anders gewichteter Ordnungsparameter, m.a.W. das evolutionär hervorgebrachte Verschwinden und Entstehen sozial relevanter Determinanten. Allerdings läßt sich die exakte Bedeutung der Begriffe wiederum nur in den formal quantitativen Anwendungen nachvollziehen, in denen dann »Strukturveränderung« beispielsweise die Änderung von einer eingipfligen zu einer zweigipfligen Verteilung der politischen Meinungsverteilung oder den Übergang vom Fließgleichgewicht bei den demographischen Wanderungen innerhalb der Bundesländer zum nicht vorhersagbaren Fluktuieren bezeichnet (Weidlich/Haag 1983: Kap. 2, 4). Durch die Verwendung derselben Begriffe ergibt sich deshalb bestenfalls eine heuristische Gemeinsamkeit beider Anwendungsfelder.

In der zweiten Kategorie der Anwendung werden quantitative Methoden aus dem Bereich der nichtlinearen dynamischen Systeme konkret eingesetzt. Hier-

bei ist weiter zu unterscheiden zwischen Anwendungen in den Bereichen der Theorie und der Empirie.

Im Bereich der Empirie geht es darum, sozialwissenschaftliche Datensätze daraufhin zu untersuchen, ob sie sich durch nichtlineare dynamische Modelle besser schätzen lassen als durch herkömmliche Statistiken (Brown 1995). Untersuchungen dieser Art sind z.B. in der Demographie und in der Ökonomie (Stahlecker/Schmidt 1991) gemacht worden. Als Beispiel aus dem Bereich der internationalen Politik ist hier auch der Rüstungswettlauf auf chaotische Dynamik untersucht worden (Saperstein 1984, Grossmann/Mayer-Kress 1989, GEO 1990:162-163). So schätzen Saperstein und Mayer-Kress ein nichtlineares Modell des Rüstungswettlaufs zwischen Deutschland und der Sowjetunion in den 1930er Jahren. Diese Schätzung ergibt Parameter, die den Rüstungswettlauf, die jährlichen Ausgaben für das Militär ab 1937 in den chaotischen Bereich führen, d.h., daß die zukünftige Höhe der Rüstungsetats unvorhersagbar und fluktuierend sein wird. Der Ausbruch des 2. Weltkriegs ergibt sich so aus dem Übergang von »geordnetem« in chaotischen Rüstungswettlauf. Ob dieses Modell, das mit der simplen Annahme der strikten gegenseitigen Abhängigkeit von Rüstungsetats und dem Zusammenhang »hohe Rüstungsausgaben = Krieg« arbeitet, theoretisch anspruchsvoll genug ist, sei dahingestellt; es zeigt vor allem, daß beim Vorhandensein extrem weniger Daten mit den neuen Methoden auch meist ein nichtlineares Modell geschätzt werden kann.

Eine Reihe von Schwierigkeiten ergibt sich bei der empirischen Anwendung. Zunächst gibt es noch keine einschlägigen Verfahren (Singer 1992, Brown 1995) bei der statistischen Schätzung nichtlinearer Systeme und hierfür erst recht keine Standard-Software. Weiter werden zur Beurteilung, ob ein nichtlineares oder ein lineares Modell besser ist, lange Zeitreihen und wiederholte Experimente benötigt, die meist in den Sozialwissenschaften nicht zur Verfügung stehen, die Meßfehler sind hier oft so groß, daß verschiedene Modelle möglich sind.²³ Zum anderen gibt es in der sozialwissenschaftlichen Empirie noch keine klaren Definitionen darüber, wie Phänomene genau beschaffen sein müssen bzw. welche Beobachtungen dazu führen könnten, daß sie als »chaotisches« Verhalten oder »Verzweigung« oder »Fluktuation« charakterisiert werden müssen oder wann sie nur Folgen von Messfehlern oder großer Varianz der Grundgesamtheit darstellen. Es ist also gar nicht eindeutig, wann auf Grund der Beobachtungen als Hypothese eher ein nichtlinearer Wirkungszusammenhang angenommen werden sollte. Für eine in dieser Hinsicht gezielte Beobachtung fehlen noch die theoretischen Modelle.²⁴ Ein dritter Grund ist, daß - wie bei

²³ »Drittens muß erst einmal eine neue - oder die erste - Datenbasis für eine dynamische Sozialwissenschaft jenseits der linearen Gleichgewichtstheorien geschaffen werden. Die institutionellen Bedingungen für die Erfüllung dieser Aufgabe [...] sind allerdings zur Zeit denkbar schlecht.« (Bühl 1992:29).

²⁴ »as a theoretical explanation of irregular cyclical behavior [Chaos oder Fluktuationen, V. M-B.] by (groups of) individuals, which draws upon established scientific insights, is lacking, the degree of correspondence between the mathematical chaos

anderen statistischen Modellen auch - ein gut angepaßtes Modell immer noch keine Erklärung für die modellierten Zusammenhänge liefert. Gängige statistische Modelle lassen sich für die externe Validierung in der Theorie als Ursache-Wirkungs-Geschehen deuten. Für nichtlineare Modelle fehlen dagegen bisher generelle Theorien, die die empirisch gefundenen Variablen und die spezielle Art ihrer Beziehungen als Ursachenkomplex deuten.²⁵

Wegen dieser technischen und methodischen Schwierigkeiten in der empirischen Anwendung sind die häufigsten quantitativen Anwendungsversuche im Bereich der Quantifizierung theoretischer Modelle zu finden. Kernpunkt ist hier, Theorien oder Teiltheorien über sozialwissenschaftliche Systeme zu formulieren, die nichtlineare dynamische Wirkungszusammenhänge beinhalten, so daß sie Selbstorganisation, chaotisches Verhalten, Verzweigungen etc. hervorbringen können. Auf drei Beispiele dieser Art wird unten in Teil II eingegangen werden.

Dabei ist die prinzipielle Verwendung formaler quantitativer Modelle unerläßlich, um die spezifisch neuen Ergebnisse zu erhalten, die aus der sprachlichen Beschreibung der Ausgangsbedingungen der Theorie nicht abgeleitet werden können. Aus der Spieltheorie ist diese Vorgehensweise, die am besten mit »Modellierung« bezeichnet werden kann, bekannt: Theorien über Handlungsstrategien und -taktiken von durch verschiedene Arten der Konkurrenz verbundenen sozialen Akteuren werden in formale Modelle übersetzt und die Konsequenzen der Modelle dann entweder analytisch abgeleitet oder mit Computern simuliert oder sogar experimentell im Planspiel durchgespielt, um Handlungsspielräume und -ergebnisse festzustellen (z.B. Rapoport 1980:265ff., Coleman 1994). Lassen sich Theorien über soziale Zusammenhänge so formalisieren, daß sie die Struktur eines nichtlinearen dynamischen Systems abbilden, können mit demselben Prinzip durch analytische Ableitung oder Computersimulation die verschiedenen Entwicklungspfade berechnet werden, die das System im Zeitverlauf einnehmen kann. Je nach Art der Ausgangsbedingungen können diese Systempfade dann qualitative Veränderungen wichtiger Systemzusammenhänge enthalten. Damit ließe sich am formalen Modell z.B. zeigen, daß aus der Theorie unter bestimmten Bedingungen die »Selbstorganisation« (im formal definierten Sinn) dieses sozialen Zusammenhangs erfolgt.

Bei dieser Anwendungsweise sind Computersimulationen mit den Modellen die Regel, um Lösungen, d.h. die komplette dynamische Entwicklung des Systems zu erhalten, da analytische Lösungen nichtlinearer Gleichungssysteme nur in Spezialfällen möglich sind. Modelle und Simulationen werden also hier nicht zu Prognosezwecken verwendet, sondern um Konsequenzen theoretisch

model and its interpreted underlying theoretical model of group or individual behaviour becomes zero« (Faber/Koppelaar 1995:80).

²⁵ »Moreover, situations may arise in which chaotic attractors may be empirically located in sets of data [...] long before we have an adequate formal specification of the processes that caused them« (Brown 1995:48).

formulierter komplexer Zusammenhänge zu testen. Damit grenzt sich diese Art der Verwendung von Computern in den Sozialwissenschaften gegen die Verwendung als Hilfsmittel sowohl zum Finden des am besten an empirische Daten angepaßten Modells (»best fit«) als auch zum Suchen nach Lösungen für reale Probleme durch Modellierung (Welt-Modelle, System Dynamics; vgl. Schnell 1990) entschieden ab.

Grundbedingung dieser Anwendbarkeit des neuen Paradigmas in Modellsimulationen ist die Formalisierbarkeit sozialwissenschaftlicher Theorien. Aus dem weitgespannten Rahmen der sozialwissenschaftlichen Diskussion über dieses Thema - angefangen bei Dilthey und der Kontroverse von »Verstehen« und »Erklären« (Troitzsch 1990, Schütz 1971, Esser 1993) - möchte ich hier nur beispielhaft ein Zitat anführen:

»Die Entwicklung soziologischer Theorien kann allgemein als stagnierend angesehen werden. Die einzige Ausnahme hiervon scheint derzeit der Rational-Choice-Ansatz zu sein. Zu den Kennzeichen des Ansatzes gehören einfache, aber vollständig spezifizierte Modelle...Gerade die Rekonstruktion einer verbalen soziologischen Theorie als Simulationsmodell zeigt jedoch deutlicher als jede Diskussion die relative Trivialität der meisten sozialwissenschaftlichen Theorien. [...] Die Kargheit der Theorien der allgemeinen Soziologie zeigt sich [...] schon in der Kürze der Programme. Hannemanns Pareto-Zyklus-Modell besteht ebenso wie sein Marx-Modell der kapitalistischen Produktionsweise aus jeweils insgesamt 60 Zeilen. Dies ist vielleicht ein weiterer Grund dafür, daß sich Simulationen als Darstellungsform für Theorien kaum durchsetzen konnten: einem kurzen Simulationsmodell sieht man die...vergleichsweise geringe Komplexität rasch an, einem entsprechenden Text meist erst nach längerer Analyse.« (Schnell 1990:124)

Mag diese Ansicht auch ein Extrem in den Meinungen über Formalisierbarkeit darstellen, so haben doch die Möglichkeiten von Computersimulationen im Zusammenhang mit den neuen naturwissenschaftlichen Ansätzen eine neue Diskussion über Theoriebildung herbeigeführt, für die ein simulierbares formales Modell unverzichtbarer Bestandteil (der »nomologische Kern«) einer vollständigen soziologischen Erklärung ist (Esser/Troitzsch 1991:13-25, Esser 1993:Kap 7). Dabei lassen sich folgende wissenschaftstheoretische Grundannahmen festhalten:

1. Theoriebildung wird im positivistischen Sinn verstanden als Hypothesengenerierung mit dem speziellen Zweck, einen Vorrat an Modellen zu entwickeln, die zunächst ganz unabhängig von realen sozialen Prozessen eine Reihe von »Verhaltenslandschaften« möglicher Entwicklungen sozialer Systeme bereitstellen. Hypothesenprüfung ist nicht das Ziel, sondern Vertiefung der Breite und Reichhaltigkeit der Modelle mit dem Ziel »realistischeren« Systemverhaltens, ohne an eine spezielle empirisch vorgefundene Realität zu denken. Die »Falsifikation«, bzw. die Veränderung, Verbesserung und Anpassung der Theorie erfolgt nicht über Empirie, sondern über die Ergebnisse der Modellsimu-

lationen. Aus ihnen entnimmt man z.B. Theorielücken (nicht erreichbare Zustände), Theoriekerne (Verkleinerung der Voraussetzungsmengen) und Theoriemächtigkeit (Entdeckung theoretisch nicht hergeleiteter, aber möglicher qualitativ verschiedener Systempfade) (Troitzsch 1990, Bacher/Kreutz 1991). Es geht programmatisch auch darum, einen Vorrat »typischer« Modelle sozialer Systeme herzustellen, wie z.B. Netzwerkstrukturen und individuelle Abhängigkeiten (Esser/Troitzsch 1991:21). Da es in den Sozialwissenschaften bisher immer konkurrierende Theorien gegeben hat und eine ihrer Aufgaben auch darin besteht, den Vorrat an Möglichkeiten, die eigene soziale Wirklichkeit zu begreifen - an »Selbstbeschreibungen« in der systemtheoretischen Begrifflichkeit - zu erweitern und zu vertiefen, ist das kein prinzipieller Einwand gegen dieses Art der Theoriebildung.

2. Modelliert werden können nur formallogisch korrekte Zusammenhänge und Wirkungen. Widersprüchliche Begriffe, dialektische Konsequenzen, den Gesetzen der formalen Logik widersprechende Vorgänge können nicht behandelt werden. Da eine der Grundforderungen an wissenschaftliche Vorgehensweise die formallogische Schlüssigkeit ist, ist das keine prinzipielle Einschränkung von Modellierung. Die Formulierung der Struktur von Modellen als »kausal« deutbare Zusammenhänge heißt aber unter dem neuen Paradigma gerade nicht, daß auch die Ableitungen aus dem Modell als einfache Wirkungen erkannt werden könnten. Der Reichtum der Modelle besteht gerade darin, daß dasselbe Gleichungssystem - derselbe formale Zusammenhang - je nach Anfangsbedingungen und Parametergrößen drastisch verschiedene Entwicklungen generieren kann, die man geradezu mit dem dialektischen Grundsatz »Umschlag von Quantität in Qualität« bezeichnen könnte.²⁶

3. Auch soziales Verhalten, ob in Aggregat-Größen ausgedrückt, oder für einzelne Individuen untersucht, muß deshalb für quantitative Modellierbarkeit nach logisch widerspruchsfrei formulierbaren Regeln ablaufen. Es muß deshalb als »rational« unterstellt werden. Das bedeutet, daß Handlungsalternativen nach nachvollziehbaren Regeln ausgewählt werden, i.A. nach dem »Nutzenprinzip«: es wird diejenige Alternative gewählt, die die größte zukünftige soziale Wohlfahrt verspricht. Diese »utilitaristische« Verhaltensannahme schließt ohne weiteres völlig gegensätzliche Entscheidungen auf den gleichen sozialen Tatbestand hin ein, wenn man für die individuelle Beurteilung sozialer Wohlfahrt auch kulturelle, moralische, politische, religiöse etc. Bewertungskriterien zuläßt.²⁷ Sie bedeutet lediglich, daß die Modellierung des Handelns eines anderen

²⁶ Wobei allerdings die Änderung der Quantität in den Parametern, die Änderung der Qualität aber in den Zustandsgrößen des Systems liegt.

²⁷ Eine detaillierte Kritik an der Vereinnahmung von A. Schütz durch die Gegner von RC (Rational Choice) - Theorien und eine Begründung dafür, wie »lebensweltliche« -Handlungskonzepte mit rationalem Verhalten verbunden werden könne, bringt z.B. Esser 1991.

Individuums sein vollständiges »Verstehen« voraussetzt, also den Nachvollzug aller dem Individuum selbst präsenten Beurteilungen und Angewohnheiten, einschließlich z.B. von Zwangslagen oder Nichtwissen. Die Schwierigkeit, die simultanen Konsequenzen vieler »verstehbarer«, aber unterschiedlicher individueller Handlungsentscheidungen für ein gemeinsames soziales Problem theoretisch abzuleiten, versprechen gerade die neuen Methoden besser zu lösen. Dem Einwand, daß es Situationen gibt, in denen auch bei Kenntnis aller Folgen mehrere oder eine beliebige Entscheidung getroffen werden kann und wird, kann dadurch begegnet werden, daß man in diesem Fall eine wahrscheinliche Verteilung von Entscheidungen annimmt

4. Die Meßbarkeit der im Modell verwendeten Parameter, d.h. ihre empirische Quantifizierbarkeit, muß prinzipiell unterstellt werden. Das ist gerade bei sozialwissenschaftlichen Größen schwer oder gar nicht zu verwirklichen. Diese Unterstellung war ebenfalls für die Naturwissenschaften einer der Gründe für jahrhundertelange Schwierigkeiten, die gerade zur Entwicklung der neuen Methoden geführt hat.²⁸ Dieses Problem wird aber erst dann relevant wenn Modelle mit realen Prozessen verglichen werden. Bleibt man bei der Modellberechnung, so kann man das Problem der Meßbarkeit dadurch abmildern, daß das Modellverhalten für den kompletten Wertebereich aller Parameter untersucht und Schwankungsbreiten ausfindig gemacht werden, innerhalb derer die spezielle Größe des Parameters keine qualitativen Änderungen im Systemverhalten bewirkt. Damit hat man zumindest Bereiche für tolerierbare Meßungenauigkeiten.

Sind die Parameter aggregierte Größen, so kann man an dieser Stelle auch die Modellbildung vertiefen, indem man für ihr Zustandekommen wiederum ein Modell verwendet das das individuelle Verhalten bezüglich dieses Aggregats und die individuelle Wirkung auf den Parameter beschreibt (Troitzsch 1990:18). Man kommt so zu Mehr-Ebenen-Modellen, die das Problem der Meßbarkeit auf immer tiefere Aggregatsebenen verlagern, in der Hoffnung, daß sich auf tieferen Ebenen und zuletzt beim einzelnen Individuum die Meßbarkeitsbedingungen der Parameter verbessern.

²⁸ »Doch selbst die besten Instrumente und feinsten Maßstäbe haben noch Ablesefehler. Sie müssen darum mit mathematischen Methoden gekoppelt werden, um die Fehler so klein wie möglich zu halten. Diese Methoden basieren sämtlich auf einer großen Zahl von Messungen, die jede für sich viel Zeit beanspruchen. Wenn sich das System während dieser Zeit selbst verändert, kommt bei jeder Messung ein neuer Wert heraus [...] Die Bedeutung dieser Ungenauigkeit ist zwei Jahrhunderte lang unterschätzt worden. Und niemand hätte von ihr angenommen, sie könne zu irgendeinem Zeitpunkt [...] die einzige echte wissenschaftliche Revolution, vielleicht die einzige seit der kopernikanischen, auslösen.« (Woldeck 1989:9).

1.4. Mögliche Anwendungsgebiete in den Sozialwissenschaften

Ausgehend vom Ergebnis, daß die vielversprechendsten Möglichkeiten der neuen Ansätze bisher im Bereich der Modellierung von Theorien liegen, soll im weiteren untersucht werden, welche Dimensionen eine sozialwissenschaftliche Theorie bzw. Teiltheorie aufweisen sollte, damit diese Anwendung des neuen Paradigmas auf dieses Problem seinen Anspruch einer neuen Denkweise am wahrscheinlichsten einlösen kann. Zur Unterscheidung der Dimensionen wird hier nur auf die Merkmale Mikro-/Makroebene, interaktionistischer/strukturalistischer Ansatz, Querschnitts/Längsschnittssanalysen eingegangen.

Der Anspruch der neuen Methoden geht dahin, daß sie, da sie die bisher allgemeinste Formulierung von Systemen darstellen, auf alle Probleme anwendbar sind. Dabei werden natürlich mit ihnen die gleichen Ergebnisse wie mit herkömmlichen Ansätzen erhalten, wenn die Problemformulierung nichts beinhaltet, was die spezifischen Ergebnisse hervorrufen kann, wenn z.B. alle Systembeziehungen linear sind oder die Zeit keine Rolle spielt. Insofern ist nur interessant, in welchen Bereichen sie über die bisherigen Ergebnisse hinausführen können.

Die Stärke der neuen Ansätze liegt in der Beschreibung von Dynamik; sie sind also nur sinnvoll bei Untersuchungen zeitlicher Veränderungsprozesse. Damit entfallen Querschnittsbetrachtungen, über die Zeit gemittelte Modelle sozialer Zusammenhänge; ebenso entfallen alle Arten linearer Wirkungsvermutungen, in denen die Zeit keine Rolle spielt, wie sie auch in den einschlägigen statistischen Verfahren vorliegen, z.B. Regressionen oder räumliche bzw. zu zwei verschiedenen Zeitpunkten vorgenommene Vergleiche von sozialen Strukturen. Sie alle gehören zu dem weitverbreiteten Analysemodell der komparativen Statik, das gerade die Zeitabhängigkeit und Prozeßhaftigkeit aller sozialen Zusammenhänge nicht berücksichtigt.

Ebensowenig können die neuen Ansätze im Bereich der mikrosoziologischen Theorie viel Neues ausrichten. Hier handelt es sich um eine überschaubare Zahl von Individuen, die ihre sozialen Zusammenhänge, ihre soziale Struktur, durch die ständige direkte Rückkoppelung miteinander (face-to-face) so veränderbar gestalten können, daß qualitative Veränderungen immer den Absichten einzelner Individuen zugeschrieben werden können. »Instabilitäten« oder »Fluktuationen« sind eher pathologische Fälle, mit denen sich dann Psychologen zu beschäftigen haben, die allerdings dafür auch schon intrapersonale nichtlineare Modelle entwickeln.

Es bleibt also der Bereich der Dynamik sozialer Makrostrukturen, z.B. »soziale Schichten/Klassen«, »kollektives Verhalten«, »sozialer Wandel«, »Normen und Werte« etc. Auch bei der Erklärung dieser Phänomene gibt es zwei die sozialwissenschaftliche Diskussion prägenden unterschiedlichen Ansätze, das »interaktionistische« (AG Bielefelder Soziologen 1973, Witzel 1982) und das »strukturalistische Paradigma«, die oft als unvereinbar angesehen werden (Raub/Voss 1981, Esser 1993). Der strukturalistische Ansatz hat eher Schwie-

rigkeiten, die Entstehung von Strukturen und ihren Wandel zu erklären; er wird an vorausgesetzte theoretische Annahmen über die Existenz stabiler struktureller Grundschemas gebunden. Der interaktionistische Ansatz tut sich eher schwer damit, die Konstanz und den Einfluß supraindividueller makrosozialer Größen wie Institutionen, Schichten, kulturelle Formen, herzuleiten. Die These ist, daß diese Schwierigkeiten beider Richtungen mit den neuen Ansätzen fruchtbar zu bearbeiten sind.

Zur Erläuterung der These können die beiden Richtungen hier nur sehr schlagwortartig charakterisiert werden. Der strukturalistischen Richtung geht es um dauerhafte soziologische Makro-Variablen; ihr Zusammenhang bildet die soziale Struktur, die das Handeln der Individuen bestimmt. Der interaktionistischen Richtung geht es um die wechselhaften sozialen Beziehungen zwischen den Individuen; sie konstituieren alle zusammen genommen die soziale Struktur. Beide Richtungen können die neuen Ansätze in der Weise einsetzen, daß sie a) spezifische nichtlineare Koppelungen zwischen ihren Grundkomponenten Makrovariablen bzw. Individuen berücksichtigen und b) die Dynamik dieser Art Koppelungen einbeziehen. Vermehrte Einsichten in bekannte Felder, oder auch ein ganz neues Feld sozialwissenschaftlicher Forschung, könnte der Gewinn sein. Die folgende 4-Felder-Tafel soll diese Vermutung erläutern.

In ihr sind die beiden Grundkomponenten der theoretischen Richtungen, Individuen und Struktur/Makrovariable jeweils mit den 2 Ausprägungen »unabhängig voneinander und statisch« bzw. »interdependent und dynamisch« gekreuzt. Die 4 Felder, die sich ergeben, entsprechen von 1 - 4 immer komplexeren soziologischen Untersuchungsfeldern.

In den Feldern 1 und 3 herrscht der strukturalistische Ansatz vor; das Handlungsmodell für die Individuen ist der »homo oeconomicus«, der sein Handeln unabhängig von anderen nach und auf Makrogrößen der sozialen Struktur richtet. Exemplarisch ist dafür ökonomisches Handeln, das sich nach dem Preis, als einem für alle vergleichbaren Maßstab darstellt und auf Güter richtet, die beliebig vermehrbar sind. Da die Individuen unabhängig voneinander handeln, gibt es kein Problem, von Individuen auf Makrogrößen zu schließen und umgekehrt: der Preis bestimmt das Kaufverhalten, die individuelle Sparrate ist gleich der kumulierten gesamtwirtschaftlichen Sparrate.

Feld 1 steht für die klassischen soziologischen Analysen, z.B. von Durkheim und Parsons. Werden die Makrovariablen, die Merkmale sozialer Strukturen, untereinander in kausale oder zeitabhängige Beziehungen gesetzt, ergeben sich Analysen der »strukturellen Bedingungen sozialen Wandels« in Feld 3. Die Untersuchung verschiedener Strukturen wird dabei überführt in den Vergleich unterschiedlicher Prozesse. Methodisch gesehen wird die bisherige Analyseebene der komparativen Statik (Feld 1) durch den Vergleich verschiedener Prozeßdynamiken verbessert.²⁹ Dabei muß die Ebene einer rein strukturalisti-

²⁹ »Structures come to be seen as the momentary and temporary realizations of the actions of (usually multiple) ongoing dynamic processes.« (Hanneman 1988:324).

Individuelles soziales Handeln

Soziale Strukturen

	unabhängig, aggregierbar, zeitlos ("homo oeconomicus")	interaktiv, komplex verteilt, dynamisch ("homo socio- logicus")
statisch, lineare Wechsel- wirkungen	1) Strukturelle Bedingungen unterschied- lichen sozialen Handelns	2) Nicht-inten- dierte Folgen sozialen Handelns
dynamisch, nicht- lineare Wechsel- wirkungen	3) Strukturelle Bedingungen so- zialen Wandels und Differen- zierung	4) Nicht vor- hersehbare Folgen so- zialer Struk- turen

sehen Beschreibung, d.h. unter Verwendung von Makroparametern und -variablen, sozialen Aggregatgrößen, nicht verlassen werden. Die bisher stärksten Resultate solcher Analysen liefern z.B. Zyklustheorien (Titze 1987) oder Theorien der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung (Schumpeter). Die Wechselwirkungen, in denen die dort betrachteten Makrovariablen stehen, sind so gestaltet, daß daraus regelmäßige, z.B. zyklische oder in einer bestimmten Richtung stetig zunehmende Änderungen der gesellschaftlichen Strukturen entstehen.

An dieser Stelle ergeben sich Möglichkeiten, mit den neuen Ansätzen auch unregelmäßige Änderungen auf der Ebene struktureller Makrovariablen zu untersuchen, z.B. Fluktuationen, Abbrüche und Sprünge, irreversible Änderungen. Kann nämlich eine soziale Struktur als nichtlineares dynamisches System beschrieben werden, sind derartige Konsequenzen im Zeitverlauf möglich. Dadurch wird die Modellierung von zeitlichem Wandel solcher sozialer Phänomene möglich, die bisher mit dem strukturalistischen Ansatz schwierig zu analysieren waren. Ein Beispiel für diese Erweiterung des Horizonts der strukturalistisch erklärbaren Phänomene ist unten das Fallbeispiel 1 (vgl. unten).

In den Feldern 2 und 4 dominiert der interaktionistische Ansatz. Er kritisiert am Modell des »homo oeconomicus«, daß das soziale Handeln der Individuen

sich auf andersartige Güter richtet als in der Ökonomie: die sozialen »Güter« (Schichtzugehörigkeit, Freundschaft, Verbindungen, Anerkennung, etc.) sind kommunikative Konstrukte (der »Lebenswelt«); es gibt dafür keinen universellen Vergleichsmaßstab, sie sind nicht beliebig vermehrbar, und soziales Handeln ist vor allem nicht unabhängig vom Handeln anderer, weil es gerade auf sie, auf Menschen, gerichtet ist und nicht auf ein materielles Gut. Die Entscheidungsregeln des »homo sociologicus«³⁰ interaktionistischer Theorien sind andere als die des »homo oeconomicus«, sie sind vom sozialen Umfeld abhängig und interdependent. Die Herausbildung »kollektiven sozialen Handelns« geht nach komplizierteren Transformationsregeln vor sich als durch einfache Aggregation, es gibt ein »Transformationsproblem« (Schnell 1990, Raub/Voss 1981: Kap. 4), wie vom individuellen Handeln auf gesellschaftliche Strukturen geschlossen werden kann.

Bei der Bearbeitung des Transformationsproblems kann man methodisch zwei Situationen unterscheiden. Die Anzahl der Akteure kann nämlich entweder so klein sein, daß »Verhandlungen«, »Absprachen« mit der Mehrheit der Beteiligten, um den weiteren Verlauf zu beeinflussen, im Prinzip möglich sind, oder aber die Situation kann so sein, daß auch eine große organisierte Gruppe sich nur geringen Einfluß auf die weitere Entwicklung ausrechnen kann. Die Spieltheorie hat große Fortschritte bei der Erklärung der Dynamik der ersten Situation gemacht.

Die zweite Situation ist die Ausgangslage für viele der theoretisch beschriebenen und empirisch beobachteten »nicht-intendierten Folgen sozialen Handelns« (Wippler 1978) im Feld 2, die von einigen Theoretikern als die wichtigsten von der Soziologie zu erklärenden Erscheinungen angesehen werden.³¹ Durch individuelle Entscheidungen in bestimmten Situationen sozialer Wahlmöglichkeiten, die ihre Wirkung erst innerhalb eines feststehenden Feldes äußerer Bedingungen, d.h. einer sozialen Struktur, entfalten, kann es zu überraschenden Ergebnissen kommen, die z.B. für alle unbefriedigend sind, von allen so nicht gewollt waren, überhaupt nichts geändert haben, etc. (Olson 1992, Boudon 1973, Schelling 1971, 1978). In allen Fällen liegt hier als notwendige Bedingung für diesen Effekt die Ausrichtung der einzelnen Entscheidung an

³⁰ Der von Dahrendorf geprägte Begriff des rollen-konformen »homo sociologicus« zielt allerdings weniger auf die Abhängigkeit von anderen; der hier damit gemeinte Handlungstypus ist z.B. von Esser (1993: 737S) als RREEMM-Modell (= Resourceful, Restricted, Expecting, Evaluating, Maximizing Man) beschrieben; dort findet sich auch eine unvergleichlich reichere und präzisere Diskussion der im Zusammenhang dieses Artikels nur sehr verkürzt benötigten Zusammenhänge.

³¹ »Pläne und Handlungen, emotionale und rationale Regungen der einzelnen Menschen greifen beständig freundlich und feindlich ineinander. Diese fundamentale Verflechtung der einzelnen menschlichen Pläne und Handlungen kann Wandlungen und Gestaltungen herbeiführen, die kein einzelner Mensch geplant oder geschaffen hat. Aus ihr, aus der Interdependenz der Menschen, ergibt sich eine Ordnung von ganz spezifischer Art, eine Ordnung, die zwingender und stärker ist, als Wille und Vernunft der einzelnen Menschen, die sie binden.« (Elias 1969, Bd. 2: 313).

den Entscheidungen anderer, d.h. eine zeitliche Abfolge von Entscheidungen vor, wobei sich die Entscheidungsgründe für den einzelnen im Zeitverlauf ändern. Hervorgebracht werden auch bei diesen Modellen im Ergebnis soziale Strukturen auf der Makroebene, die aber möglicherweise überraschend sind, die Bedingungen der Anfangs *Situation* verändert haben und die Beteiligten vor neue Aufgaben stellen

Auch wenn die Folgen für die einzelnen Akteure nicht vorhersehbar sind, sind die überraschenden Konsequenzen ihrer Handlungen ex post vom Sozialwissenschaftler mit Kenntnis der Struktur und aller Interdependenzen ableitbar. Ein Beispiel dafür ist der Effekt, daß man trotz aller Bildungsanstrengungen seine soziale Lage nicht verbessern kann (Boudon 1973): jeder ist wegen der Bedeutung von Bildungszertifikaten für den Arbeitsmarkt genötigt, zur Verbesserung seiner Chancen höhere Abschlüsse im Bildungssystem zu erreichen. Da das aber allen gemeinsam so geht, ergibt sich letztlich nur ein »Fahrstuhl«-Effekt: alle haben höhere Abschlüsse, aber dadurch sinkt der Wert des Zertifikats, so daß auf höherem Bildungsniveau die gleiche Konkurrenzsituation herrscht wie vorher, der soziale Status hat sich nicht verbessert. Keiner kann dieser Frustration entrinnen, aber der Effekt ist vorhersehbar, wenn man alle Interdependenzen gemeinsam betrachtet.

Auch diese Analyse-Ebene könnte durch die neuen Ansätze verbessert werden. Indem kompliziertere, nicht-lineare Wechselwirkungen zwischen den Handlungen der Individuen angenommen werden, also komplexere Regeln für die Lösung des Transformationsproblems betrachtet werden, können auch solche sozialen Phänomene in den Blick kommen, die auch ex post nicht eindeutig erklärbar sind, sondern - ganz im Sinne der wissenschaftstheoretischen Folgerungen aus den neuen Ansätzen - auch bei vollständiger Kenntnis der Interdependenzen zu mehreren gleichwertigen Effekten und sogar zu völlig unvorhersehbaren Zuständen, zum »deterministischen Chaos«, führen können. Ein Beispiel dafür wird unten in Fallbeispiel 2 gegeben.

Eine Schwäche der Analysen in Feld 2 ist, daß die durch die Aggregation der interdependenten individuellen Handlungen hervorgebrachten Veränderungen der anfänglichen Struktur nicht wieder zurückgekoppelt werden auf den individuellen Entscheidungsprozeß. Grund dafür ist erstens die übergroße Komplexität einer solchen gleichzeitigen Veränderung von Struktur und Handlungsentscheidungen und zweitens die herkömmliche Art, solche Prozesse formal zu untersuchen: Ziel der Analyse ist der Endzustand oder Gleichgewichtszustand, der erreicht wird, wenn alle anstehenden Entscheidungsprozesse durchgeführt worden sind. Das ist ein entscheidendes Merkmal der Untersuchungen zu nicht-intendierten Folgen sozialen Handelns: die Annahme, daß die »Mikrodynamik« (der individuellen Entscheidungsprozesse) gegenüber der »Makrodynamik« (der Veränderung der das Ergebnis bestimmenden Struktur) so schnell ist, daß die Ergebnisse, z.B. neue Gleichgewichte, keine Auswirkungen mehr auf den betrachteten Prozeß haben. Die Wirkungen des Ergebnisses auf die individuelle

Entscheidungsfindung ist damit der Bereich einer ganz neuen Analyse; beim »Fahrstuhl-Effekt« bedeutet das z.B., daß die sich alle erst dann um die Auswirkungen ihrer Bildungsanstrengungen Gedanken machen, wenn sie kollektiv das Bildungsniveau schon komplett angehoben haben.

Bezeichnet man mit »Struktureffekt« die Wirkungen von sozialen Strukturen auf die Individuen und mit »Interaktionseffekt« die Wirkung der individuellen Handlungen für die Strukturen, dann ist die entscheidende Differenz zwischen beiden tatsächlich der Zeithorizont: der Struktureffekt ist viel schneller als der Interaktionseffekt. Für die strukturalistischen Untersuchungen ist der Interaktionseffekt generell vernachlässigbar: die Ausrichtung der Individuen an den Strukturen erfolgt unmittelbar, so daß keine Effekte von den Individuen auf die Strukturen ausgehen. Für die Analysen aus Feld 2 ist die typische Annahme, daß der Interaktionseffekt zumindest für die Dauer der Transformation der individuellen Entscheidungen zum kollektiven Output nicht berücksichtigt werden muß.

Die gleichzeitige Berücksichtigung von Struktur- und Interaktionseffekt stellt Feld 4 dar. Sie scheinen jetzt mit einer spezifischen Methodik aus dem Arsenal der neuen Ansätze bearbeitbar zu sein: mit der Synergetik (Haken 1982, Weidlich/Haag 1983). Die Synergetik entwirft mathematische Modelle zur Beschreibung eines Systems, in dem sich sehr viele kleine, d.h. »unsichtbare«, nicht einzeln, sondern nur in ihrer Verteilung bestimmbare »Teilchen« voneinander und von einigen äußeren Größen abhängig bewegen und damit einige sichtbare, d.h. einzeln meßbare Systemvariable hervorbringen. Das Neue ist, daß zu den die Teilchen beeinflussenden äußeren Größen auch die Systemvariablen selbst gehören können, die ja erst von allen Teilchen gemeinsam hervorgebracht werden. Die mögliche Rückübersetzung auf soziale Phänomene ist klar viele einzelne Individuen, deren Entscheidungen im einzelnen nicht bekannt sind, erzeugen einerseits zusammen eine soziale Struktur auf einer höheren, überindividuellen gesellschaftlichen Ebene, die andererseits gleichzeitig die Entscheidungsgründe für das individuelle Handeln wesentlich mitbestimmt. Dabei ist der individuelle Einfluß auf die soziale Struktur minimal, aber der Einfluß aller zusammengenommen entscheidend: eine bekannte soziale Situation, wenn gesellschaftlicher sozialer Wandel gefordert wird! Beispiele für soziale Strukturen dieser Art sind Normen und Werte (Eger/Weise 1990), die Sprache, die öffentliche Meinung, die Kultur, politische Strukturen, gesellschaftliche Arbeitsteilung.

Offenbar wird hier ein Grundproblem sozialwissenschaftlicher Theorie für einen formalen Apparat zugänglich, das bisher eher sprachlich-theoretischer Ableitung vorbehalten war. Das alleine muß nicht unbedingt ein Fortschritt sein. Der Gewinn liegt aber, wie bei allen formalen Apparaten, darin, daß eine Reihe gesicherter Ergebnisse von vornherein feststeht, wenn dieser Apparat angewendet wird; nämlich alle formallogisch ableitbaren Konsequenzen, die aus seinen Voraussetzungen folgen. Und hier hat die Synergetik all das Neue zu

bieten, was die neuen Ansätze insgesamt so interessant macht die »qualitativen« Veränderungen von Variablen, d.h. Sprünge, Verzweigungen, mehrere Gleichgewichtspunkte, reguläre und irreguläre Zyklen, chaotische Fluktuationen, die sich allesamt aus bestimmten Wechselwirkungen der »Teilchen« untereinander und mit diesen Systemvariablen und einer bestimmten Anfangsverteilung ergeben; und noch mehr: zusätzlich wird u.a. die genaue Angabe möglich, wann eine Systemvariable »instabil« und damit die Zukunft des Systems zu einem kurzen Zeitpunkt von singulären individuellen Handlungen abhängig wird! Ein Beispiel für eine solche Analyse soll Fallbeispiel 3 geben.

Bezeichnet man bei einem synergetischen Modellansatz wie beim sozialen Problemfeld der »nichtintendierten Folgen sozialen Handelns« wieder die vorausgesetzten Abhängigkeiten von äußeren sozialen Umständen als »soziale Struktur«, die aber nun nicht mehr für den weiteren dynamischen Prozeß konstant ist sondern im Fortgang durch alle individuellen Entscheidungen zusammen veränderbar, so kann man bei der Vielfalt der im Prozeß zustandekommenden mögliche Ergebnisse hier im Feld 4 das Wort von »nichtvorhersehbaren Folgen sozialer Strukturen« benutzen. Der Formalismus der Synergetik könnte in diesem Sinn für die Sozialwissenschaften nützlich sein: nämlich soziale Strukturen aufzudecken, die für angebbare soziale Bereiche Gefahren oder Chancen für die Zukunft beinhalten in dem Sinn, daß bestimmte soziale Makrovariablen oder das ganze System im weiteren Prozeßverlauf in instabile Zonen kommt hinter denen unvorhersehbare Verläufe, Verzweigungen oder Chaos auftreten können.

II. Praktische Anwendungen

Beispiele und kritische Würdigungen

II.1. Fallbeispiel 1:

Chaos als Grenzfall makrostruktureller Verknüpfungen

II.1.1 Das Makro-Modell »Chaotisches Verhalten in einem Sozialsystem«

Als erstes Fallbeispiel soll ein Modell dienen, das auf der Makro-Ebene aggregierter Variablen verbleibt und die dynamischen Konsequenzen einer gegebenen Wechselwirkungsstruktur beschreibt. Dieser Ansatz bedeutet die Annahme, daß die beteiligten Individuen homogen bzgl. der Variablen sind, so daß Abhängigkeiten der einzelnen untereinander bei ihren Reaktionen auf die Variablen nicht berücksichtigt werden müssen (Troitzsch 1990:18). Das kann man z.B. in Fragen der politischen Ansichten bzw. der Ansichten über Fragen, die hauptsächlich in den Medien diskutiert werden, annehmen: hier wird der Anteil, den die externe, mediale Beeinflussung auf die Meinungsveränderung einzelner hat besonders hoch eingeschätzt Troitzsch Modell (1990) »Chaotisches

Verhalten in einem Sozialsystem« hat deshalb als Problemstellung die Erklärung der Meinungsveränderung zu einem kontroversen Thema, für das in den Medien eine breite Diskussionsbereitschaft existiert, die Atomkraft - hier ließen sich jedoch beliebige andere passende Themen einsetzen. Die interessierende Zustandsgröße ist hier die Entwicklung des Anteils der Atomkraftbefürworter. Wie bei so vielen Themen ist die mediale Berichterstattung jedoch stark von einer dritten Kraft beeinflusst: den »wissenschaftlichen« Stellungnahmen für oder gegen Atomkraft, an denen keine Diskussion über das Thema vorbeikommt

Zwei weitere Zustandsgrößen stehen deshalb in dem Modell mit dieser ersten in Wechselwirkung: die Intensität der Berichterstattung (Medien) zu diesem Thema, und die wissenschaftliche Meinung zu diesem Thema. Hier treten natürlich Meßbarkeitsprobleme auf, aber abgesehen davon, daß sie in diesem theoretischen Modell nicht von Interesse sind, lassen sich übliche Methoden angeben: z.B. die Erfassung von Sendezeiten und die Auszählung von wissenschaftlichen Publikationen nach Pro und Contra. Als dynamisches System betrachtet, stehen diese drei Zustandsvariablen nicht im Verhältnis von unabhängigen und abhängigen Variablen, sondern im Verhältnis ständiger gegenseitiger Wechselwirkung.

Die Hypothesen über diese Wechselwirkungen lauten wie folgt

a) für alle 3 Zustandsvariablen

- (1) - Alle drei Zustandsvariablen haben einen sog. Sättigungseffekt: je größer bzw. intensiver sie selbst sind (Anteil der Befürworter, Intensität der Medien, Anzahl der wissenschaftlichen Pro-Stellungnahmen), desto langsamer wachsen sie weiter, und umgekehrt je kleiner sie sind, desto langsamer fallen sie.

b) für die Anzahl der Befürworter

- (2) - Je intensiver in den Medien über Nutzen der Atomkraft informiert wird, desto schneller steigt die Zahl der Befürworter, und umgekehrt; in gleicher Weise sinkt/steigt die Zahl der Befürworter bei Berichterstattung über Schädlichkeit

c) für die Intensität der medialen Berichterstattung:

- (3) - Die Intensität der medialen Berichterstattung steigt generell exogen an (z.B. ständige Verschärfung der Umweltproblematik).
- (4) - Je größer die Zahl der Befürworter und je höher der wissenschaftlich konstatierte Nutzen ist, desto weniger intensiv wird die Berichterstattung (z.B. weil sie kein kontroverses Thema mehr ist), und umgekehrt.

d) für die wissenschaftliche Bewertung/Forschung:

- (5) - Je mehr Befürworter es gibt, desto höher ist die Zahl der positiv ausfallenden wissenschaftlichen Bewertungen/Forschungen, und umgekehrt. (Troitzsch 1990:55-56)

Diese plausiblen, dem Alltagsverständnis durchaus entsprechenden Hypothesen über das Zusammenspiel von öffentlicher Meinung, Medien und Wissenschaft generieren zusammen ein Differentialgleichungssystem, das dem berühmtesten, weil erstmals Chaos erzeugenden, System, nämlich Lorenz Wettermodell (Lorenz 1963) äquivalent ist (Troitzsch 1990:57-58). Seien $x(t)$ der Anteil der Befürworter, $y(t)$ ein Maß für die mediale Intensität und $z(t)$ für die wissenschaftliche Bewertung, alle so normiert, daß die Null 50% Befürworter bzw. die »mittlere« Anzahl Medienaufmerksamkeit bzw. 50% wissenschaftliche Ja-Stimmen, also jeweils genau den Ausgleich zwischen Befürwortung und Verneinung bedeutet. Dann lassen sich die obigen Hypothesen wie folgt vereinfacht formalisieren:

$$\begin{aligned} dx/dt &= -\gamma * x + \kappa * y * z \\ dy/dt &= \beta * (Y - y) - \epsilon * x * z \\ dz/dt &= -\alpha * z + \delta * x \end{aligned}$$

mit noch zu bestimmenden Parametern α , β , γ , δ , ϵ , κ und Y (generelle Zunahme der medialen Berichte proportional zu Y). Die Parameter sind durch die Hypothesen nicht festgelegt; die Hypothesen beschreiben nur die Art der Wechselwirkung (»je mehr a und b , desto mehr c « etc.), die Stärke bleibt offen und kann durch diese Parameter beliebig modelliert werden.

Eine ohne mathematische Kenntnisse vorgenommene Schätzung der Konsequenzen der Hypothesen würde vermutlich zu dem Ergebnis gelangen, daß sich die Zustandsgrößen langfristig auf einem bestimmten Niveau einpendeln, das von der Größe der Parameter abhängt, d.h. daß das Thema Atomkraft, solange sich keine weiteren spektakulären AKW-Unfälle ereignen oder andere exogene Einflüsse wirksam sind, in der öffentlichen, medialen und wissenschaftlichen Meinung nicht mehr viel bewegt. Das Gleichungssystem kann sich in der Tat auch im Zeitverlauf auf einen oder zwei solche stabilen Punkte hinbewegen, das ist aber längst nicht alles: abhängig von den Parametern und den Startwerten, können auch fast beliebige periodische Schwingungen um diese Punkte entstehen und letztlich auch unvorhersehbare chaotische Bewegungen (Bilder LI und L2).

Für diese qualitativ völlig verschiedenen möglichen Entwicklungsszenarios (Konstanz, »Zyklen«, unvorhersagbare Sprünge und Schwankungen) lassen sich »Schwellwerte« der Parameter angeben, d.h. quantitative Bedingungen, unter denen nur die eine oder nur die andere Entwicklung möglich ist. Es läßt sich weiter zeigen, daß für eine solche Entscheidung nicht immer alle Parameter gebraucht werden, so daß eine genaue Angabe der Stärke bestimmter Wechselwirkungen aus den Hypothesen für eine Charakteristik der vorliegenden Situation gar nicht entscheidend ist. So ist das Auftreten von »Chaos« z.B. nur von den »Dämpfungsparametern« α , β und γ abhängig, also nur von der quantitativen Stärke des Sättigungseffekts (Hypothese (1), s. Troitzsch 1990:62)! Die Simulationen des Modells³² liefern also auch Hinweise darauf, in

³² bzw. die Lösungen, denn das Verhalten des Lorenz-Modells läßt sich analytisch ableiten. (Troitzsch 1990: 63-74).

— AKW-Befürworter $\begin{pmatrix} -10 & \dots & 10 \end{pmatrix}$
 — Medienberichte zum Thema „Für Atomkraft“ $\begin{pmatrix} -10 & \dots & 10 \end{pmatrix}$

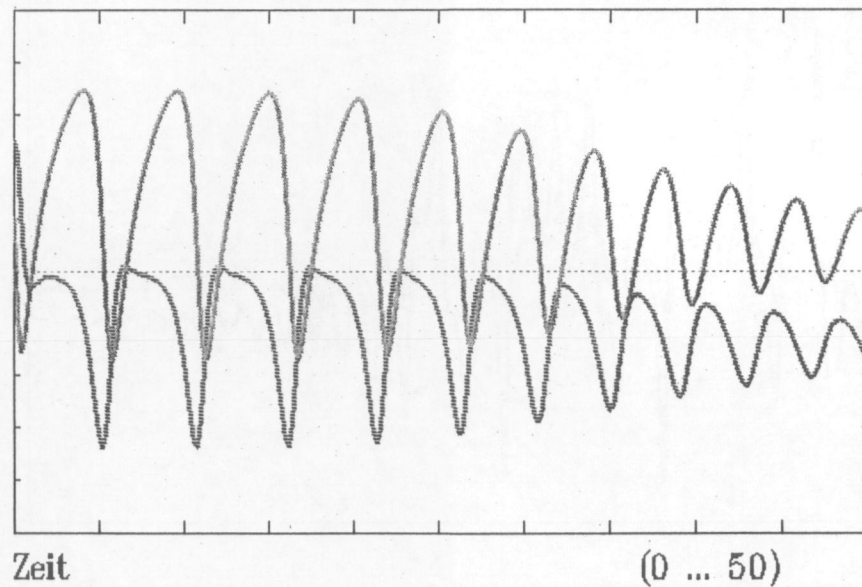


Bild L1: Meinungsbildungssystem mit mittlerer Intensität der Medien ($Y = 9,3$)

— AKW-Befürworter $\{-30 \dots 30\}$
 — Wissensch. Untersuchungen „pro Atomkraft“ $\{-30 \dots 30\}$

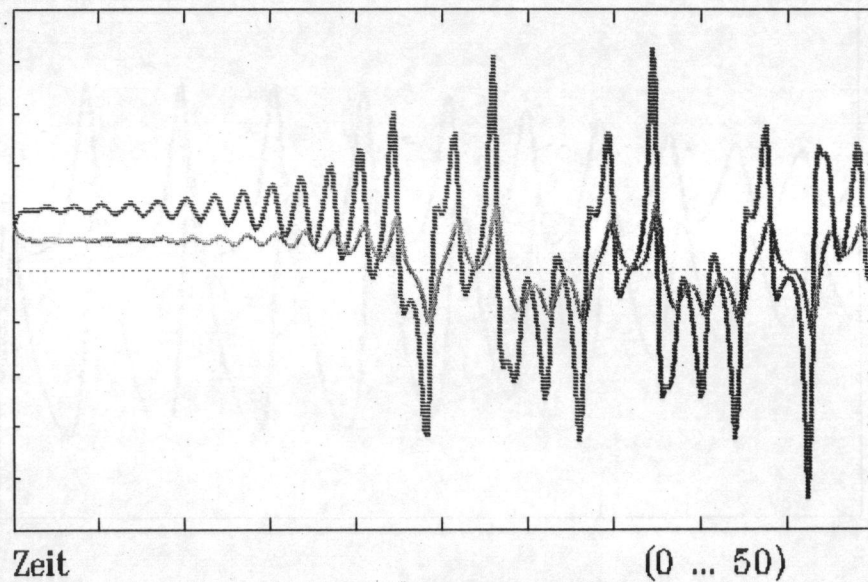


Bild L2: Meinungbildungssystem mit hoher Intensität der Medien ($Y = 50$)

welcher Weise noch Redundanz in den Hypothesen (1) - (5) steckt, wenn nur spezielle Entwicklungen der Zustandsvariablen interessieren.

II. 1.2 Einschätzung

Die Hypothesen des Modells zeigen, in welcher Richtung bisherige statische Zusammenhangsbehauptungen verändert werden müssen, wenn zeitliche Verläufe interessieren. Die plausible, und gewiß durch entsprechende Daten, z.B. in einem Regressionsmodell zu testende Behauptung: »je mehr Pro-Atomkraft-Berichte in den Medien, desto mehr Befürworter«, muß ergänzt werden durch eine Hypothese, die festlegt, was geschieht, wenn die »Grenzen« erreicht werden, d.h. z.B., wenn es schon sehr viele AKW-Befürworter gibt; das wird hier durch die »Sättigungs«hypothese (1) getan. Generell müssen die Hypothesen für die Dynamik im Gegensatz zu den statischen Hypothesen die komplette Bandbreite der möglichen Zustände der Variablen im Bück haben, also auch das - möglicherweise vom »Normalfall« stark abweichende - Verhalten im Extremfall. Und an diesem Modell zeigt sich, daß gerade die Sättigungshypothese, also die Hypothese zur Dynamik an den Extremen, für das Auftreten unerwarteter Entwicklungen Voraussetzung ist. Die Dynamisierung führt also zu erheblich mehr Entwicklungsmöglichkeiten, als mit statischen Hypothesen auftreten können, sie führt deshalb zu einer echten Erweiterung des Gültigkeitsbereichs von Hypothesen und erlaubt realistischere Ergebnisse von Modellierungen.

Das Modell zeigt ferner, daß bei Dynamisierung von beobachtbaren Wechselwirkungen, wie sie in fast jeder sozialwissenschaftlichen Theorie vorkommen, Prozesse im Ergebnis dastehen können, die ohne formale Hilfsmittel aus der Theorie so nicht abgeleitet werden können. Für sozialwissenschaftliche Theoriebildung könnte das bedeuten, daß sie bei der Bearbeitung makrosozialer Prozesse, sobald diese Prozesse als mehrdimensional und mit nichtlinearen Wechselwirkungen versehen aufgefaßt werden, nicht mehr ohne formale mathematische Ableitungen auskommt, um die vielfältigen Konsequenzen der Theorie erfassen zu können.

Phänomene chaotischen Prozeß-Verhaltens wie in diesem zeitkontinuierlichen Modell treten frühestens auf, wenn mindestens drei Zustandsvariablen nichtlinear miteinander verknüpft sind (man spricht auch von drei »Dimensionen« eines Systems, s. Bossel 1992). Sozialwissenschaftliche Theorien oder Modelle müssen also einen gewissen Komplexitätsgrad aufweisen, um die interessanten Phänomene des neuen Paradigmas prinzipiell überhaupt aufweisen zu können. Die immer noch am häufigsten angewandte Methode statistischer Modellbildung, den Zusammenhang zwischen jeweils zwei Größen, gemeinhin auch noch als Ursache und Wirkung und nicht als gegenseitige Wechselwirkung zu beschreiben und mehrdimensionale Zusammenhänge in jeweils paarweise zu zerlegen, ist ein Vorgehen, daß angesichts der hier vorgeführten Dynamik bestimmte Wahrnehmungsbereiche einfach ausschließt.

Daß die plausiblen sozialwissenschaftlichen Hypothesen dieses Modells auf ein »klassisches« nichtlineares Gleichungssystem aus dem Bereich der Meteorologie führen, ist ein Hinweis auf den Universalitätsanspruch des neuen Paradigmas, den Anspruch, Modelle für alle Wissenschaften bereitzustellen. Hierfür lassen sich auch weitere Beispiele angeben (Bossel 1992:Kap 6). Auch in ganz unterschiedlichen sozialen Forschungsfeldern kann eine Formalisierung theoretischer Ansätze unerwarteter Weise zum gleichen Modell führen³⁾ (Hannemann 1988).

Das sozialwissenschaftliche Unbehagen andererseits bei dem Gedanken, daß ein Wettermodell auch als Meinungsbildungsmodell in Frage kommen soll, entsteht aus der deterministischen Formulierung des Modells: sind die entsprechenden Konstanten eingegeben, ist das Chaos in nicht so ferner Zukunft »vorprogrammiert«; es könnte dann ja analog zur Wettervorhersage eine »Meinungsvorhersage« geben! Die Gestaltbarkeit der sozialen Wirklichkeit weicht der Unentrinnbarkeit. Abgesehen davon, daß es mit einem Blick auf die drängendsten Weltprobleme tatsächlich eher nach Unentrinnbarkeit als nach Gestaltbarkeit aussieht, ist das natürlich nicht die Aussage dieses Modells, so wenig wie die Aussage jedes anderen, z.B. statistischen oder theoretischen, sozialwissenschaftlichen Modells; es geht beim Modellieren um das Aufzeigen idealer Verläufe (Boudon 1992, Esser 1993:Kap 7). Die im Modell konstant gesetzten exogenen Parameter z.B. können sich verändern oder bewußt verändert werden (z.B. die exogene ständige Steigerung der medialen Berichte), die strukturellen Wechselwirkungszusammenhänge können sich auflösen (z.B. die Beeinflussung der wissenschaftlichen Stellungnahmen durch die öffentliche Meinung nach Hypothese 5), und vor allem könnten die starren deterministischen durch stochastische Zusammenhänge ersetzt werden, d.h. daß nicht starre, sondern nur wahrscheinliche Wechselwirkungen angenommen werden. Allerdings können solche Veränderungen auch mühelos ins Modell hineingenommen werden, wobei sich auf erweiterter Stufe das gleiche Problem der Konstanz von Änderungsraten ergibt.

Der Gewinn des Modells besteht nicht darin, gültigere Prognosen produzieren zu können, sondern darin, die Breite der Möglichkeiten, die unter bestimmten Bedingungen eintreten können, zu erweitern, den »Erwartungshorizont« eines Satzes von Hypothesen nicht nur zu verbreitern, sondern sogar in mehrere unterschiedliche Horizonte zu spalten. Zusätzlich liefert es quantitative Angaben darüber, in welchen Bandbreiten der Parameter keine prinzipielle Änderung in der zeitlichen Entwicklung zu erwarten sind, z.B. kein Übergang ins chaotische Oszillieren des Anteils der Atomkraftbefürworter. Praktische Anwendbarkeit solcher Modelle läßt sich deshalb eher in der folgenden Weise

³⁾ So sind viele der in Hannemann 1988 behandelten Modelle (aus Kommunikations-, Organisations-, Stressforschung und Gesellschaftstheorie) als Verkettung von einfachen Ziel-Referenz-Systemen interpretierbar. Zur Kritik an Hannemanns Modellen s. Kreutz/Bacher 1991:K-XI.

vorstellen: an Bereiche der sozialen Wirklichkeit, in denen Theorien über derartige Wechselwirkungen bestehen, werden Simulationsmodelle »optimal« angepaßt; aus den bei diesem Optimum erhaltenen Werten der Parameter kann dann abgeschätzt werden, ob das Modell sich in der Nähe von Übergängen ins »Chaos«, Übergängen von stabilen Zuständen in periodische o.a. befindet. Zwei bekannte Beispiele haben bisher ergeben, daß sich die betrachteten realen Systeme weitab von chaotischen Entwicklungen befinden (Haag 1990, Troitzsch 1995).

Zur speziellen Ausfüllung des Modells durch das Thema Atomkraft ließe sich auch fragen, ob ein chaotisches Fluktuieren des Anteils von AKW-Befürwortern in einer Region überhaupt ein soziales Vorkommnis ist, das prinzipiell vorstellbar ist. Persönliche Meinungsänderung geht i.A. langsam vor sich, und ein ständiges Umentscheiden ist nicht die Regel. Deshalb ist ein ständiger, unregelmäßiger Wechsel des Anteils der AKW-Befürworter von niedrigen zu hohen Anteilen in der Realität sehr unwahrscheinlich, wie auch alle Umfrageergebnisse zeigen. Dabei spielt allerdings die Skalierung der Zeitachse dieses Modells eine herausragende Rolle: ist ein Maßstab für eine Zeiteinheit z.B. ein Jahrzehnt könnten auch die chaotischen Entwicklungen realistisch sein. Hier zeigt sich, daß die Modellierung der Zeit für formale sozialwissenschaftliche Ableitungen ein entscheidender Punkt ist.

II.2. Fallbeispiel 2: Deterministisches Chaos als Resultat von Schwellwerten

II.2.1 Die nichtlineare Dynamik von Schwellwert-Modellen

Das nächste Fallbeispiel soll zeigen, wie aus einer Modellierung eines speziellen Transformationsproblems mit Hilfe einer deterministischen nichtlinearen Rekursionsgleichung zwei emergente Eigenschaften auf der Makro-Ebene nachgewiesen werden können: qualitative Sprünge und chaotisches Verhalten, d.h. nicht-vorhersagbares Fluktuieren, in der kollektiven Aktion

Granovetter (1978) hat in seinem Aufsatz über »Schwellwertmodelle kollektiver Aktion« eine Erklärung dafür zu geben versucht, weshalb es trotz ähnlicher Bedingungen auf der - unsichtbaren - Ebene der individuellen Betroffenheit oft zu ganz unterschiedlichen Aktionen auf der sichtbaren Ebene des Kollektivs kommt. Auslösendes Beispiel für ihn waren u.a. die »riots« - Rassenunruhen - in den 60er Jahren in verschiedenen Städten der USA, für die es schwierig war, auslösende exogene Faktoren, etwa in der Charakteristik der betroffenen Stadt zu finden, so daß es eher als »Zufall« erschien, wo Kämpfe ausgebrochen waren und wo nicht.

Die Annahmen seines Modells auf der individuellen Ebene (p.1422) sind, daß das soziale Individuum in vielen Alternativ-Entscheidungssituationen sein Votum nicht nur nach den internen Präferenzstrukturen - Normen, Wünschen,

Vorlieben etc. - ausrichtet, sondern auch daran, wie viele andere ebenfalls schon genauso entschieden haben. Dieser »bandwagon«-Effekt (Lazarsfeld) wird von ihm mit einer rationalen Nutzen-Analyse begründet; die Individuen beurteilen auch die negativen Folgekosten einer Entscheidung und ihre eigene Sicherheit bzw. Durchsetzungsfähigkeit und bringen sie in Abhängigkeit zur Anzahl derer, die die gleiche Entscheidung treffen. Dabei wird die Unterschiedlichkeit der individuellen Persönlichkeit deutlich: Für jeden Menschen existiert ein spezifischer »Schwellwert« der Beteiligung anderer, ab dem er seinen Präferenzen nachgibt und die Situation für sicher genug hält, um sich auch dafür entscheiden zu können. Negative Folgekosten einer Beteiligung an Demonstrationen bzw. Aufständen sind z.B. die Möglichkeit, in einen Polizeieinsatz zu geraten und arrestiert oder verurteilt zu werden. Statt einer rationalen Kosten-Nutzen-Kalkulation kann man an dieser Stelle auch andere individuelle Erwägungen setzen, z.B. moralische (»das macht man nicht«), charakterliche (Schüchternheit, Gewohnheit) oder soziale (»in meiner Position kann ich mich nicht so exponieren«), wichtig ist nur die Annahme, daß ein Schwellwert, etwa in % angebbbar, existiert, der dem Individuum präsent ist. Er kann durchaus auch 0% (»mach ich immer mit«, der »instigator«) oder 100% (»nur wenn alle mitmachen«) sein. Für das Modell entscheidend ist nur die Verteilungsform dieser Schwellwerte.

Beispiele für soziale Situationen dieser Art sind zahlreich: Granovetter (p.1423) nennt die Verbreitung von Innovationen, z.B. Verhütungsmitteln in Dritte-Welt-Gemeinden, Beteiligung an Aufständen und Demonstrationen, an Streiks, politische Wahlentscheidungen allgemein, Weiterbildungsentscheidungen, Entscheidungen zum Verlassen sozialer Situationen, Auswanderungsentscheidungen, viele Situationen sozialpsychologischer Experimente. In allen diesen Beispielen spielt die Tatsache, wieviele andere bereits eine positive Entscheidung getroffen haben, für die meisten bei ihrer eigenen Entscheidung eine Rolle.

Die Grundannahme, daß jedem Individuum sein eigener Schwellwert bekannt ist, ist deterministisch: der Schwellwert läßt sich genau angeben. Für das Modell entscheidend ist jedoch nur, daß die kumulierte Verteilung der Schwellwerte eine klar definierte Funktion F ist. Diese Funktion $F: [0,1] \rightarrow [0,1]$ gibt genau an, wieviele Menschen sich positiv entscheiden, wenn sich schon ein bestimmter Prozentsatz positiv entschieden hat nämlich alle die, deren Schwellwert kleiner ist. Die endgültige Zahl derer, die sich positiv entschieden haben, kann hier also nicht durch Auszählen zeitunabhängig festgestellt werden. Da sich alle aneinander ausrichten, tritt der Zwischenschritt des Beobachtens der anderen dazwischen, die Feststellung der endgültigen Zahl wird deshalb zur Berechnung eines zeitabhängigen Prozesses. Erste Folge davon ist, daß es immer mindestens einen »Radikalen« geben muß, dessen Schwellwert 0% ist um zu positiven Entscheidungen zu kommen; sonst kommt der Entscheidungsprozeß gar nicht erst in Gang. Mathematisch läßt sich der Entscheidungsprozeß als Rekursionsgleichung schreiben:

$$(1) \quad x(t+1) = F(x(t)), \quad t = 0, 1, \dots, \quad x(t) = \text{Anteil der positiv Entschiedenen}$$

Die gemeinsame Schwellwertverteilung F ist den Individuen unbekannt. Damit liegt hier die typische Situation für unbeabsichtigte Folgen kollektiven Handelns vor. Jeder einzelne weiß zwar seinen eigenen Schwellwert und seine Entscheidung, aber keiner kann vorhersagen, was als Summe aller Entscheidungen emergiert; deshalb sind auch Versuche, durch die individuelle Entscheidung ein bestimmtes Ergebnis herbeizuführen, in ihren Folgen nicht vorhersehbar. »Verfrühtes« Entscheiden, um in gewohnter Alltagslogik einer bisher kleinen Zahl mehr »Aufforderungscharakter« zu verleihen, kann beispielsweise gerade dazu führen, daß die Beteiligung gering bleibt, je nach Form der Verteilungskurve F . Durch diese einfachen Annahmen ist also ein Prozeß gegeben, dessen Ergebnis sehr vielfältig sein kann.

II.2.2 Schwellwerte für qualitative Sprünge

Die vielfältigen Möglichkeiten, die in Granovetters Modell liegen, können heute mit moderner Simulationssoftware ausgetestet werden. Das Modell wurde vom Verf. in einer solchen Simulationssprache implementiert³⁴. Damit können die Folgen jeder Verteilungsfunktion von Schwellwerten, die den Bedingungen Granovetters genügt berechnet werden. Am Ende jedes Entscheidungsprozesses steht ein »Gleichgewicht«, d.h. eine Zahl derer, die positiv entschieden haben, bzw. der Teilnehmer (für das Beispiel der »Aufstände«), die sich im weiteren Zeitverlauf nicht mehr ändert, weil es nur noch Individuen mit höherem Schwellwert gibt. Diese verschiedenen Gleichgewichtszustände können dann nach der Methode der komparativen Statik daraufhin verglichen werden, wie sie mit der Schwellwertverteilung zusammenhängen.

Als einfachste Annahme ging Granovetter davon aus, daß die Schwellwerte normalverteilt sind, d.h. wenige Individuen haben niedrige und hohe Schwellwerte, die meisten mittlere. In Bild 1 ist eine solche Verteilung dargestellt, das Ergebnis des Simulationslaufs mit diesen Schwellwerten, d.h. die endgültige »Gleichgewichts«-Beteiligung in Bild 2.

Schon hier ergibt sich Erstaunliches: Eine kleinste Änderung in Mittelwert oder Streuung der Verteilung kann dazu führen, daß die Beteiligung von sehr niedrigen Werten auf nahezu 100% springt! In Bild 3 ist der in Bild 2 gezeigte Simulationslauf mehrfach durchgeführt, mit kleinen Änderungen in der Streuung in der Nähe der Werte der Verteilung von Bild 1: Ab dem Wert 1.125 springt die Beteiligung von niedrigen auf hohe Werte! Das sichtbare kollektive Verhalten ändert sich also abrupt trotz fast ununterscheidbarer individueller Bedingungen. Jeder Soziologe würde denken, daß bei einer Beteiligung des gesamten Ghettos an den Unruhen völlig andere Voraussetzungen vorliegen

³⁴ Als Pascal-Modul innerhalb Bossels (1992) Pascal-basierter Simulationsumgebung »SimPas«; Source-Code jederzeit vom Verfasser erhältlich.

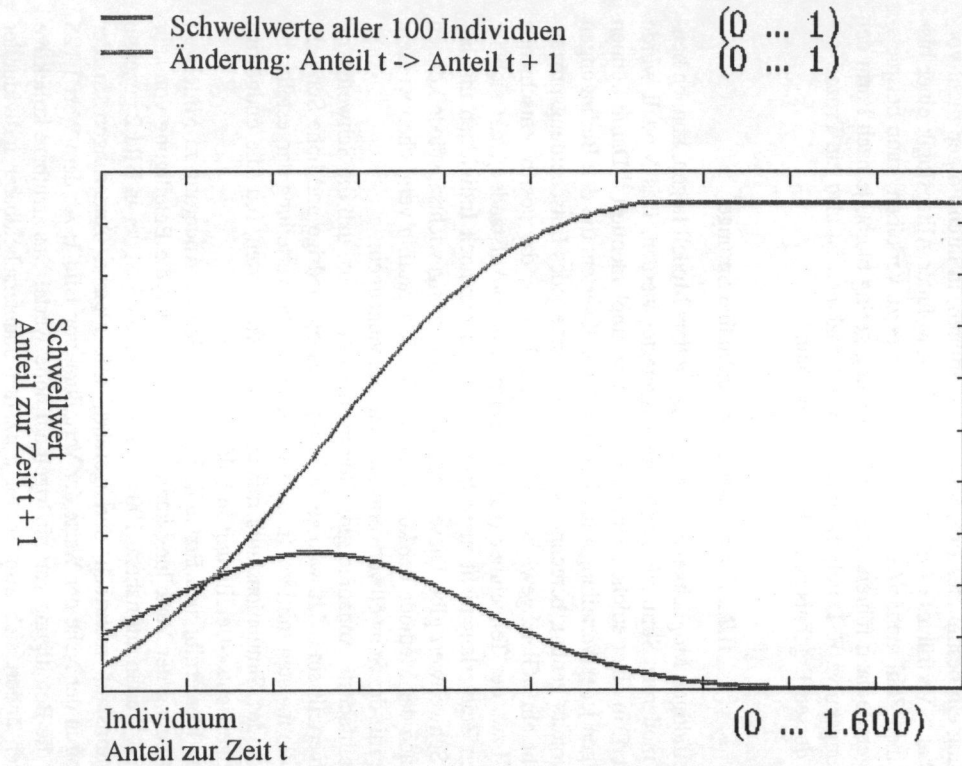


Bild 1: Schwellwert-Verteilung und zugehörige Dichte (Normalverteilung $N(2, 1.5)$)

— Teilnehmer - Anteil

(0 ... 1)

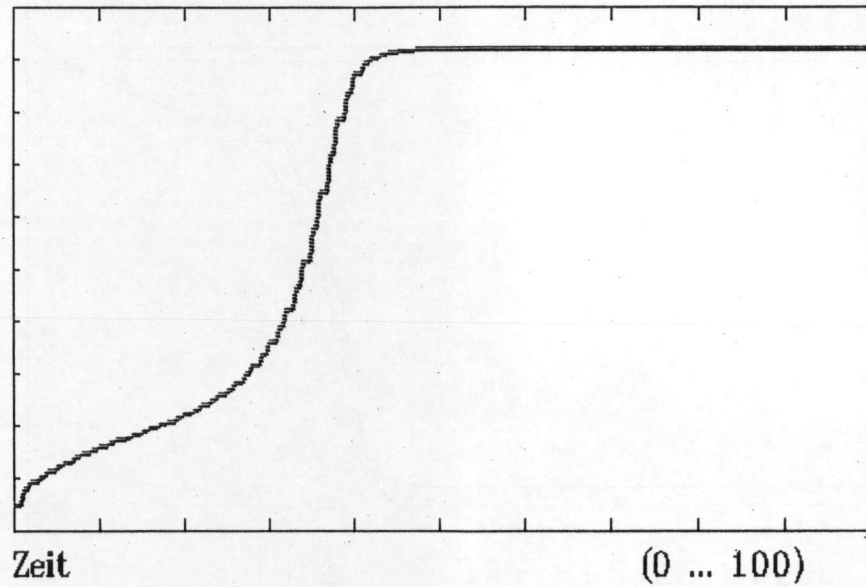


Bild 2: Entwicklung des Teilnehmer-Anteils

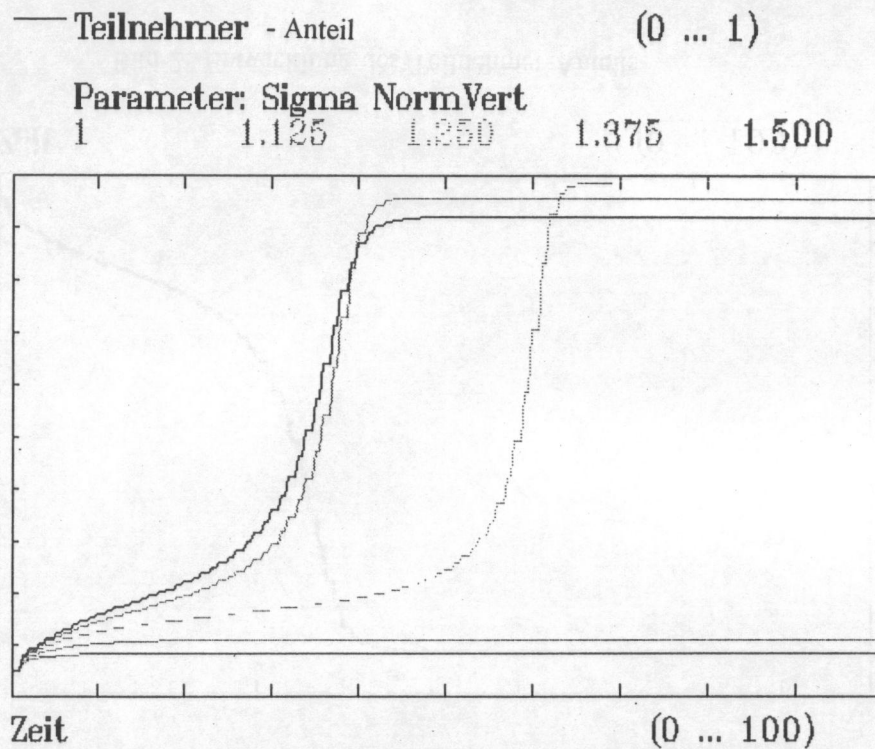


Bild 3: Entwicklung des Teilnehmer-Anteils für verschieden breite Schwellwert-Verteilungsannahmen

müssen als bei der Randalie einer kleinen, an zwei Händen abzählbaren Gruppe. Dieses Modell zeigt, daß diese zwei völlig verschiedenen Ergebnisse aus den gleichen sozialen Bedingungen entstehen können, mit minimalen Unterschieden in den Individuen, daß also die Suche nach »externen« Faktoren in diesem Fall aufs falsche Gleis führt.

n.2.3 Schwellwerte für Chaos

Eine Erweiterung des Granovetterschen Modells, die er selbst nur für ökonomische Überlegungen vorgenommen hat (Granovetter/Soong 1986), führt zu chaotischem kollektiven Verhalten. Die oben geschilderte soziale Entscheidungssituation läßt sich dadurch charakterisieren, daß ein Individuum innere »Hürden« für eine positive Entscheidung oder Beteiligung verspürt, die im Prinzip für jeden die gleiche Gestalt haben: sie werden um so niedriger werden, je mehr andere sich auch beteiligen. Nun gibt es einige soziale Situationen, in denen es umgekehrt ist: wenn sich zuviele daran beteiligen, sinkt ihre Attraktivität wieder. Hierzu gehören z.B. Statussymbole (»Snob-Effekt«), aber auch Statusattribute wie Bildung, Prestige (»Ärzteschwemme«), viele Freizeit-Situationen (zu volle Restaurants, Diskotheken, Fußballplätze), soziale Zugehörigkeit kennzeichnende oder Individualität betonende Attribute (Mode, symbolisches Verhalten). Einige dieser Beispiele lassen sich sowohl mit dem ersten als auch mit dem zweiten Typus beschreiben: Sie sind attraktiv, solange eine kleinere Zahl mitmacht, sie werden unattraktiv, sobald es viele sind. Dazu gehören z.B. die Entscheidungen für bestimmte Ausbildungen, die Mode, eine Reihe sozialer Situationen, die Auswanderung.

Die individuelle Entscheidung, in einer solchen Situation mitzumachen, läßt sich im Anschluß an die vorangehende Diskussion mit der Konstruktion zweier Schwellwerte modellieren: Jedes Individuum verfügt nicht nur über einen Schwellwert, bei dem es sich positiv entscheidet bzw. teilnimmt, sondern ebenso über einen, bei dem es sich wieder umentscheidet bzw. die Situation verläßt. Technische Voraussetzung ist natürlich, daß der erste Schwellwert kleiner ist als der zweite. Unter diesen Umständen mit je zwei Schwellwerten pro Individuum läßt sich wieder eine gemeinsame Verteilungskurve berechnen, die angibt, wieviel Individuen sich beteiligen, wenn die bisherige Beteiligung bekannt ist. Sie ist einfach die Differenz der beiden Schwellwertkurven für die positive und die negative Beteiligung. Diese Kurve wird allerdings nicht mehr im herkömmlichen Sinn einer Verteilungskurve monoton steigen, sondern sie wird i.A. zunächst steigen und dann wieder fallen und kann dabei beliebig kompliziert werden.

Im einfachen Fall der Normalverteilung von Schwellwerten kann man diese Kurve aus zwei normalverteilten Schwellwerten, die sich in Mittelwert positiv und in der Streuung beliebig unterscheiden, konstruieren. Im Bild 4 sind die entsprechenden Kurven dargestellt

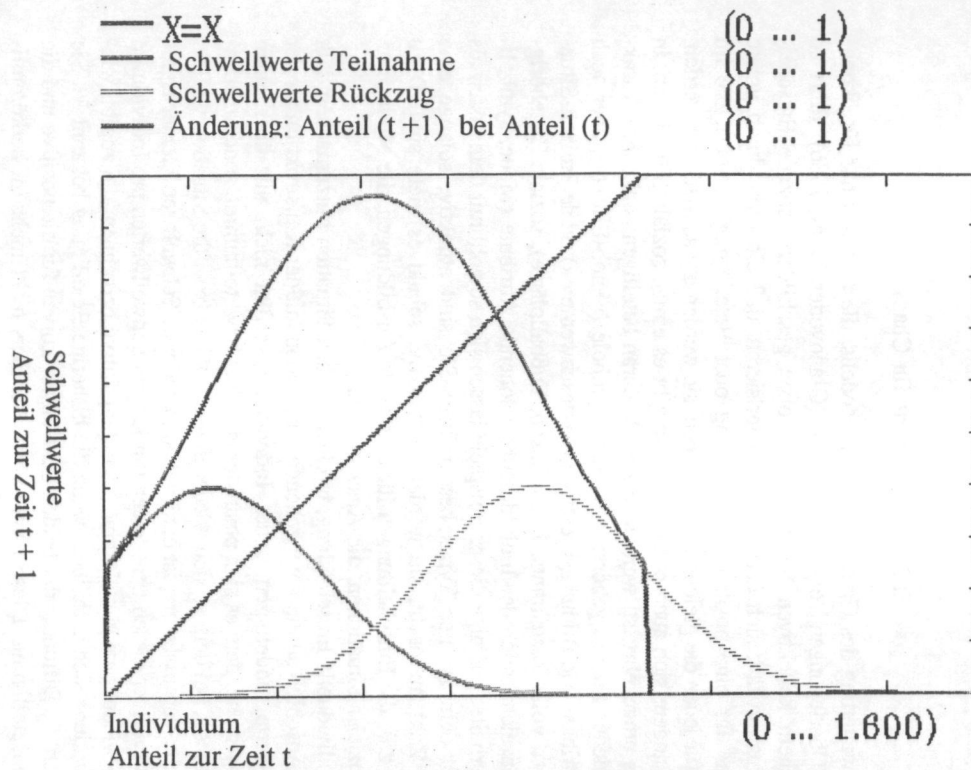


Bild 4: Schwellwerte-Verteilung und zugehörige Dichte bei einem Teilnahme- und einem Rückzugs-Schwellenwert

— Teilnehmer - Anteil

(0 ... 1)

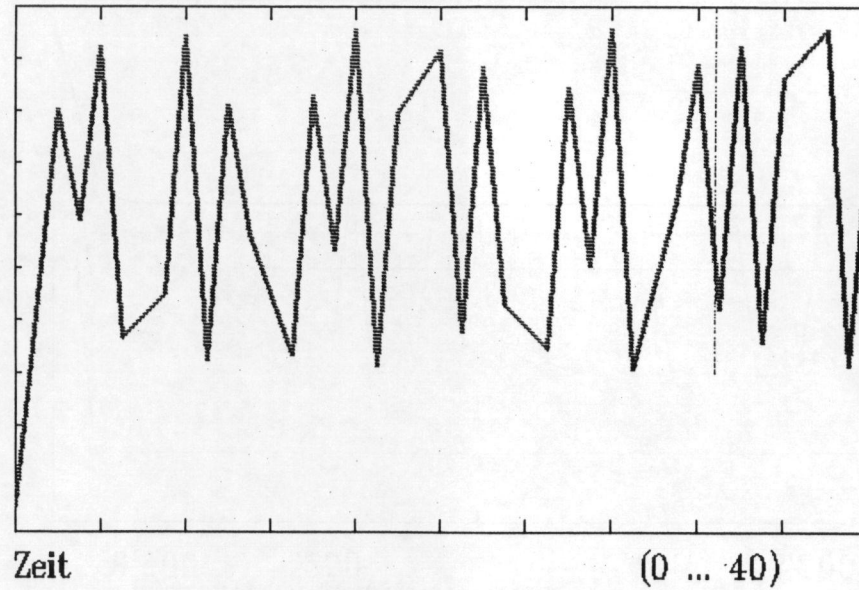


Bild 5: Chaotische Entwicklung des Teilnehmer-Anteils

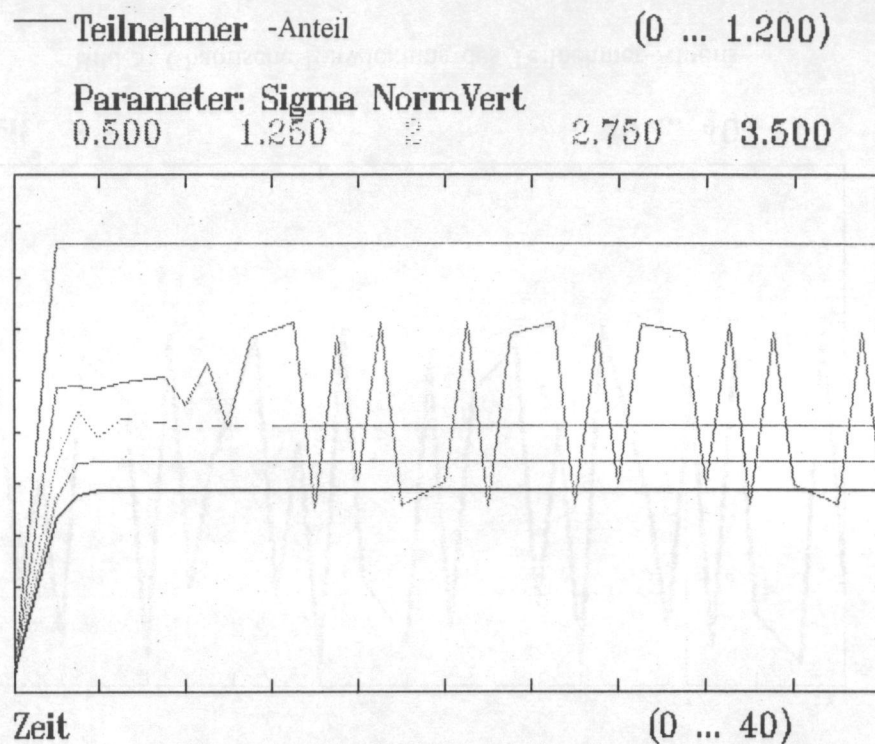


Bild 6: Entwicklung des Teilnehmer-Anteils für verschieden breite Schwellwert-Verteilungsannahmen (chaotisches Verhalten im mittleren Bereich)

Aus der Simulation ergibt sich nun folgendes Phänomen: je nach Distanz der Mittelwerte und den Werten der Streuung ergibt sich für ganze Bereiche dieser Parameter, daß der Prozeß der kollektiven »Entscheidungsfindung« bzw. der Feststellung der Anzahl der endgültigen Teilnehmer, also des Gleichgewichts, nie zum Abschluß kommt, sondern daß die Teilnehmeranzahl ab einem bestimmten Zeitpunkt unaufhörlich zu fluktuieren anfängt (s. Bild 5): sie verändert sich von Zeitpunkt zu Zeitpunkt auf Werte, die immer unterschiedlich sind und keine Zyklizität aufweisen.³⁵ Im Bild 6 sieht man, daß z.B. bei Mittelwerten von 20% und 80% für den Bereich $0.7 < \sigma < 2.0$ chaotische Schwingungen zu erwarten sind.

Als mögliche Beispiele für tatsächlich zu beobachtende langfristige Fluktuationen lassen sich vor allem die vielfältigen Erscheinungen aus dem Bereich, der mit Begriffen wie »Mode«, »Trends«, »was In ist« beschreibbar ist, anführen. Die Attraktivität bestimmter Lokalitäten etwa, die einige Monate völlig überlaufen sind, dann Jahre am Rande der Existenz bleiben, um erneut und unerwartet »in« zu sein, könnte als Fluktuation bezeichnet werden, die Ausdehnung, die bestimmte Moderichtungen in fast alle Bevölkerungsschichten hineinträgt und andere, in Stil und Preis vergleichbare, als »Flop« enden läßt, ebenso.

Das Ergebnis der Modellierung ist auch hier, daß auf der Ebene der individuellen Voraussetzungen fast ununterscheidbare Situationen (sehr ähnliche Verteilungskurven der Schwellwerte) auf der Makroebene zu gänzlich verschiedene Erscheinungen führen: einmal eine stabile Teilnehmerzahl, daneben chaotisches Fluktuieren. Wieder würde man Gründe für die Verschiedenheit eher in externen Bedingungen (Art der Lokalität, Stil der Moderichtung etc.) suchen und auf die falsche Fährte geführt: die für das internationale Geschäft entwickelte Mode, die in Frankreich gut läuft, kann nach diesem Modell nicht deswegen in Deutschland ein Flop werden, weil kulturelle o.a. Gründe vorliegen, sondern wegen einer nur sehr geringfügig schärferen Snob-Haltung, die die Verteilungskurve der Schwellwerte so verändert, daß die Prozeß-Parameter in den chaotischen Bereich fallen.

II.2.4 Einschätzung des Modells

Das Modell stellt eine Ausgangskonstellation dar, die als typischer Anwendungsfall für die Nützlichkeit nichtlinearer rekursiver Prozesse bei der Lösung des Transformationsproblems gelten kann:

- Die Entscheidungsfunktion jedes Akteurs ist bekannt (Schwellwert).

³⁵ Mathematisch läßt sich das Auftreten von Fluktuationen nachweisen, sobald die Steigung der Verteilungskurve am Schnittpunkt mit der Winkelhalbierenden ($x(t+1) = x(t)$) größer als -45° ist (May 1974).

- Die Wechselwirkung zwischen den beobachteten Phänomenen (der Makro-Ebene) und den Entscheidungen der Akteure ist bekannt und dynamisch (Gleichung (1)).

Die Akteure handeln im Hinblick auf die wahrgenommene Situation, ohne die Konsequenzen ihres Handelns für die Situationsveränderung zu wissen (keiner kann die Gesamtverteilung der Schwellwerte wissen).

Die Akteure sind so viele bzw. so anonym, daß sie keine Absprachen untereinander treffen können (die Entscheidungsfunktionen sind unabhängig von bestimmten Personen).³⁶

Abgesehen von dem Spezialfall, daß die gemeinsame Verteilungsfunktion sehr einfach ist und die Entscheidungen der einzelnen aggregierbar sind, führt diese Ausgangskonstellation immer zu einer komplexen Dynamik, die auf der sprachlichen Beschreibungsebene nicht dargestellt werden kann. In einem solchen Fall ist die Simulation des Entscheidungsprozesses in einem nichtlinearen Modell das geeignete Mittel, um die Abhängigkeit der beobachtbaren Vorkommnisse auf der Kollektiv-Ebene von den individuellen Entscheidungsfunktionen zu beschreiben. Denn nur dadurch können die vielfältigen Möglichkeiten, die sich im Prozeßverlauf ergeben können, vollständig untersucht werden.

Der Erkenntnisgewinn, der in dieser Modellierung hegt, ist ja gerade die Feststellung, daß aus leicht zu formulierenden Theorien auf der Ebene der Individuen ohne weitere Zuhilfenahme externer Faktoren sich sehr verschiedenartige Phänomene auf der beobachtbaren Aggregat-Ebene ergeben können. Diese Einsicht ist erst möglich, seit nichtlineare dynamische Prozesse und die Techniken ihrer Berechnung zu einem zentralen Anliegen der (Natur-)Wissenschaften geworden sind. Die Notwendigkeit, viele externe Einflüsse zur Erklärung qualitativ verschiedener sozialer Erscheinungen heranzuziehen, wird damit generell in Frage gestellt; diese Erscheinungen können sich auch intern aus quantitativ anderen Parameterkonstellationen ergeben. Dadurch wird die Mächtigkeit dieses theoretischen Ansatzes höher als die anderer Erklärungen, die dieselben Phänomene mit einem Satz externer Variabler erklären.

In der Praxis allerdings ist die Entscheidung, ob ein bestimmtes Ereignis eher durch das interne Vorliegen einer bestimmten Schwellwertverteilung oder durch externe Faktoren zustandegekommen ist, vom Sozialwissenschaftler wohl nur schwer zu treffen. Denn auch der Soziologe, wie alle Beteiligten, kennt nicht die Verteilungskurve der Schwellwerte.³⁷ Um ein soziales Ereignis mit diesem Modell zu erklären, muß er so ex-post eine Schwellwert-Verteilung

³⁶ Ersetzt man »Akteure« durch »Teilchen« und die anderen Ausdrücke entsprechend durch physikalische Größen, kann man die Analogie zwischen einer solchen sozialen Situation und dem physikalischen Problem, aus einer statistischen Verteilung von dem Auge unsichtbaren Partikeln auf fürs Auge sichtbare Eigenschaften zu schließen, erkennen.

³⁷ Ein neue Untersuchungen versucht, Schwellwerte in einer Umfrage direkt abzufragen (Lüdemann 1995).

rekonstruieren, die in der Lage ist, das beobachtete Phänomen zu generieren, und die Plausibilität dieser Verteilung für die beteiligten Individuen überprüfen. Granovetter (p.1441) erwähnt als Beispiel die Erstanwendung von Verhütungsmitteln in einer Reihe koreanischer Bauerndörfer, aus denen die Schwellwert-Verteilung geschätzt wurde, um sie zur Prognose-Verbesserung für die Verbreitung der Mittel in weiteren Dörfern einzusetzen.

Hierbei ergibt sich aber gerade die Schwierigkeit, daß ja kleine statistische Änderungen der Verteilung schon zu völlig anderer Verbreitung führen können. Es kann jedoch von einer ex-post festgestellten Schwellwert-Verteilung beurteilt werden, ob ihre Parameter weit entfernt von dem Bereich sind, in dem sie zu Instabilitäten auf der Makro-Ebene der Phänomene führt, oder nahe daran (s. Bild 3 und 6). Hier läge dann z.B. politischer oder sozialer Handlungsbedarf vor, um »chaotische« Entwicklungen zu vermeiden.

Die Meßbarkeit von Schwellwerten ist zusätzlich zu den immer vorhandenen Meßproblemen (Irrtum, zufällige Schwankungen) dadurch kompliziert, daß es sich im Prinzip um eine situationsspezifische Verhaltensmessung an Individuen handeln müßte, die nur sehr beschränkt verallgemeinerungsfähig wäre. Auch hier sind der praktischen Umsetzbarkeit des Modells Grenzen gesetzt

Wie schon im vorigen Modell kann man auch hier fragen, ob die chaotischen Phänomene, die das Modell hervorbringt, in der sozialen Realität überhaupt vorkommen. Soziale Prozesse, bei denen überwiegend fluktuierende, chaotische Variablen beobachtbar sind, werden selten beschrieben. Die Frage ist allerdings, ob es sich hier um professionelle Blindheit handelt, ähnlich wie im Fall der Physik, die sich jahrhundertlang nur mit Gleichgewichtssystemen beschäftigte und die Turbulenzen als »Dreckeffekte« herausdefinierte.³⁸ Gibt es nur deshalb keine Beschreibungen sozialer Phänomene mit fluktuierenden Variablen, weil sie bisher von den Sozialwissenschaften nicht behandelbar waren und deshalb nicht als solche erkannt wurden? Weil sie nicht als aus demselben Prozeß stammend, sondern mit verschiedenen externen Faktoren erklärt wurden? Oder kann es in sozialen Systemen gar kein Chaos, d.h. langfristiges Fluktuieren mit spezifischen quantitativ unveränderten Parametern geben, weil die handelnden Individuen in diesem Fall sofort mit Veränderung ihrer Schwellwerte reagieren können, so daß sich die Parameter ändern?

Eine letzte Kritik betrifft die grundsätzliche Frage, wie die Zeit in Modellen sozialer Wirklichkeit zu formalisieren ist. Die zwei verschiedenen Möglichkeiten sind die diskrete Zeit von einem Zeitpunkt auf den nächsten, wobei dazwischen ein - meist gleich großes - Intervall einer Länge > 0 liegt, oder die kontinuierliche Zeit, d.h. zwei Zeitpunkte können beliebig nahe beieinander liegen. Gibt es für einige wenige Fälle auch eindeutige Zuordnungen, so z.B. im Fall von Ernteerträgen (jedes Jahr), Erstsemesterzahlen (jedes Semester), die nur diskret modelliert werden können, ist in den meisten und auch in Granovetters »riot«-Beispiel die Zuordnung fraglich. Hier wird die Zeit willkürlich

³⁸ s. Fußnote 21.

in Einheiten geteilt, und die nächsten Entscheidungen der Individuen, ob sie sich der sich bildenden Menschenmenge anschließen oder nicht, fallen definitionsgemäß nur zu diesen Zeitpunkten. Um die Zeit, wie sie in diesem Modell verwendet wird, nachzustellen, müßte man in der Realität den am Prozeß Beteiligten zwischen den Zeitpunkten die Augen verbinden, sie zum jeweiligen Zeitpunkt einen Blick auf die Menge werfen und sich für oder gegen einen Anschluß entscheiden lassen und ihnen dann wieder die Augen verbinden; dadurch würde die gleichzeitige Reaktion aller auf die vorliegende Situation erreicht. Tatsächlich spielt sich natürlich ein ständiges Kommen und Gehen ab, und die Entscheidungen der einzelnen fallen zu beliebigen Zeitpunkten. Solange nur endlich viele Individuen betrachtet werden, kann man die Zeit in Schritten einteilen, die nach der Anzahl der Teilnehmer gesetzt werden; bei unübersehbar vielen ist das nicht mehr möglich.

Diese eher sophistisch wirkende Argumentation hat gravierende Konsequenzen für die Modelle: einmal wird ein Differenzengleichungssystem modelliert und das andere Mal ein Differentialgleichungssystem. Und gerade die Phänomene, die nichtlineare Systeme hervorbringen, hängen entscheidend von diesen beiden Formen ab: Wird Granovetters Modell in kontinuierlicher Zeit modelliert, ist chaotisches Verhalten prinzipiell unmöglich! Dieser Punkt der Modellierung der Zeit ist in sozialwissenschaftlichen Modellen bisher zu wenig beachtet worden worden (Härder 1973, Brown 1995).

II.3. Fallbeispiel 3: Entstehung von extremen Einstellungen als Selbstorganisationsphänomen

II.3.1. Ein synergetisches Grundmodell

Als drittes Fallbeispiel soll ein stochastisches Modell des Transformationsproblems dienen, das von den Physikern Weidlich/Haag entwickelt wurde. Es behandelt die zeitliche Entwicklung einer sozialwissenschaftlichen Makro-Größe, die den Anteil der Personen darstellt die zu dieser Größe eine bestimmte Einstellung haben. Hierunter können viele Beispiele fallen: das Ausgangsbeispiel von Weidlich/Haag war die Links-Rechts-Skala, die auch in vielen Umfragen vorkommt z.B. mit Werten zwischen -5 für links und 5 für rechts, so daß die interessierende Größe z.B. der Anteil der Personen mit Skalenwerten > 0 sein würde. Weitere Beispiele sind Werte und Normen jeder Art, d.h. der Anteil derjenigen, die bestimmte Werte bzw. Normen befürworten oder auch praktizieren (Eger/Weise 1990). Auch die räumliche Verteilung zwischen zwei abgrenzbaren Gebieten, ein Migrationsmodell, könnte als Beispiel dienen: der Anteil derjenigen, die sich im Zeitverlauf im Gebiet 1 aufhalten (Haag 1990).

Diese Makro-Größe ist einmal dadurch gekennzeichnet, daß sich jede Person in individuell unterschiedlicher Stärke an ihr ausrichtet im ersten Beispiel etwa spiegelt der bezeichnete Anteil das »politische Klima« wider, das alle beeinflußt im zweiten ist es definitionsgemäß schwierig, eine Norm vollständig

abzulehnen, im dritten können »Sog«- oder »Verarmungs«-effekte angeführt werden. Andererseits ist es aber so, daß die interessierende Anteilszahl auch in jedem Augenblick von der Summe der Entscheidungen der einzelnen abhängt. Der Unterschied zum Granovetter-Modell, in dem eine ähnliche Konstellation vorlag, besteht nun darin, daß die individuelle Entscheidungsschwelle für eine Umorientierung nicht fix ist, sondern sich im Zeitverlauf an der Entwicklung der Makro-Größe orientiert: Der einzelne entschließt sich z.B. nicht, wie es im Granovetter-Modell wäre, bei 20% insgesamt Auswandernden auch zur Emigration, sondern seine Wahrscheinlichkeit, auszuwandern, erhöht sich in einer angebbaren Stärke, wenn sich der Gesamtanteil der Auswandernden erhöht, er folgt also dem »Trend«. Hier liegt also eine noch »realistischere« Modellierung vor, indem man zum einen nicht von festgelegten »Schwellwerten« ausgeht, an denen das Individuum handelt, sondern von Wahrscheinlichkeiten, mit denen das Individuum handeln wird, und indem zum anderen sich die Verteilung dieser Wahrscheinlichkeit (die im Granovetter-Modell dem individuellen Schwellwert entspräche) im Zeitverlauf ändern kann.

In ihrem kleinsten und bekanntesten Modell (s.a. Weise 1990) gehen Weidlich/Haag von einem zweiwertigen (links oder rechts, ja oder nein etc., »1« oder »2«) »Attribut« aus, bei dem jedes Individuum wählen muß. Als Beispiel führen sie die politische Einstellung an, die links oder rechts sein kann. Als Voraussetzung halten sie für »general psychological and politically orientated observations:

- a) There exist **individual** preferences for **one of** the two opinions in the **model** which are independent of the opinions of other people. Such preferences may be due to inherent inclination and personal tradition or personal observation and estimation of a situation.
- b) On the **other hand there also exists a certain willingness** for the individual to adopt to the prevailing opinion once the latter becomes more and more preponderant. Such an adaptation trend may be due to inherent adaptiveness of the individual readiness to decide in favour of the opinion of the majority
- c) Both trends are superimposed in each individual. **Both trends could have** independent and different strengths in a given Situation.« (Weidlich/Haag 1983:41)

Jedem Individuum kann also ein sog. Präferenz-Parameter δ und ein Anpassungs-Parameter κ zugeordnet werden. Zur weiteren Vereinfachung wird angenommen, daß nur eine homogene Bevölkerung betrachtet wird, bei der alle Individuen dieselben Parameter δ und κ haben.

Um den mathematischen Apparat mit dem die zeitliche Entwicklung dieser Annahmen berechnet werden, ablaufen lassen zu können, müssen vor allem die sog. Übergangswahrscheinlichkeiten beschrieben werden. Sie geben die Wahr-

scheinlichkeit an, daß ein Individuum seine Einstellung im nächsten Zeitintervall wechselt, in Abhängigkeit von der augenblicklichen Verteilung aller Einstellungen. Sie werden - auch aus technischen Gründen - wie folgt angenommen:

$$(1) \quad p_{12}(n - N) = v \exp(\delta + \kappa(n/N - 1))$$

$$p_{21}(n - N) = v \exp(-\delta + \kappa(n/N - 1)),$$

mit

p_{ij} = Wahrscheinlichkeit von Wechsel der Einstellung j auf Einstellung i

$2N$ = Individuen insgesamt,

n «* Zahl derer mit Einstell. 1

v = Zeitskalierungsparameter

δ = Präferenz-Parameter

κ = Anpassungs-Parameter

(Weidlich/Haag 1983:41)

Diese Gleichungen besagen, daß

- je höher der Präferenz-Parameter δ ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, daß das Individuum seine Meinung von 2 auf 1 wechselt, unabhängig von der existierenden Zahl aller Individuen mit Einstellung 1;
- je höher der Anpassungs-Parameter κ ist, desto mehr steigt die Wahrscheinlichkeit eines Einstellungswechsels mit der Zahl der schon vorhandenen Individuen mit der Einstellung 1;
- v mißt die »Schnelligkeit« eines Einstellungswechsels und hat für den Prozeß der Anteilsbildung keine Bedeutung.

Auf Grundlage der Gleichungen (1) kann nun ab einem Startzeitpunkt mit einem bestimmten Anteil Individuen mit Einstellung 1 in die Zukunft die Verteilung aller Übergangswahrscheinlichkeiten berechnet werden, d.h. es kann für jeden Zeitpunkt und jeden dann existierenden Anteil (derjenigen mit Einstellung 1) angegeben werden, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, daß zum nächsten Zeitpunkt ein Individuum mehr seine Einstellung auf 1 geändert und den Anteil um $1/2N$ erhöht hat. Es entsteht so ein »Gebirge«, dessen Querschnitte für jeden Zeitpunkt die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Anteile angibt. Bild WH1 (Weidlich/Haag 1983:48) zeigt, zeitlich von oben nach unten, eine solche Entwicklung. Die anfängliche Verteilung der Anteile ist annähernd normalverteilt angenommen, d.h. die Aufteilung in gleichviele mit Meinung »1« und »2« wäre die wahrscheinlichste; im Zeitverlauf entwickelt sich daraus jedoch wegen des ausgeprägten Anpassungsparameters κ eine sog. zweigipflige Verteilung. Nach einer berechenbaren Zeit ändert sich diese Verteilung nicht mehr, sondern verbleibt in einem stationären Endzustand. Die hier gezeigte Teilung des »Gebirges« in zwei Gipfel erfolgt nur, wenn der Anpassungsparameter κ die Größe 1 überschreitet. Wenn anfangs eine gleichförmige oder eingipflige Verteilung herrscht, ergibt sich im Zeitverlauf ein »Bifurkationspunkt«, ab dem die Zweigipfligkeit beginnt.

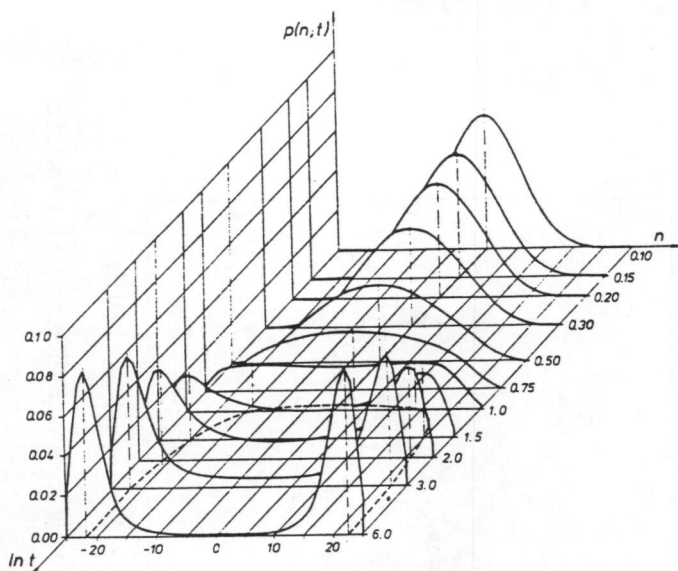


Bild WH1 (s. Weidlich/Haag 1984: 48): Evolution of a symmetrical initial distribution into equilibrium using the master equation with the parameters $N = 25$, $\kappa = 1.5$ and $\delta = 0$

Es läßt sich also mit diesem Modell nur eine Aussage über den wahrscheinlichsten Verlauf, nicht über den tatsächlichen Verlauf, geben. Der jeweilige tatsächliche Verlauf ist ein einzelner »Pfad« durch dieses Gebirge, im Bild gestrichelt dargestellt. Ist die tatsächliche Entwicklung am Ende in der Nähe eines der beiden Gipfel angelangt, ist es - je nach Tiefe des Tals dazwischen - sehr unwahrscheinlich, daß die Entwicklung jemals auf den anderen Gipfel führt: der Anteil derer mit Einstellung 1 wird unverändert hoch gegenüber den anderen bleiben. Die Bilder 7,8,9 zeigen jeweils vier solcher »Entwicklungspfade« für $\kappa < 1$, $\kappa = 1$, $\kappa > 1$.

II.3.2 Ergebnisse des Modells

Welche neuen Aspekte können durch dieses Modell erhellt werden? Hier sind insbesondere die Effekte zu nennen, die sich aus dem probabilistischen Ansatz ergeben. Zum einen ist es die Zweigipfligkeit der Verteilung, die sich bei Werten von $\kappa > 1$ ergibt. Die sozialwissenschaftliche Aussage dahinter wäre, daß eine Polarisierung bei der Verteilung eines sozialen Merkmals nicht zu ver-

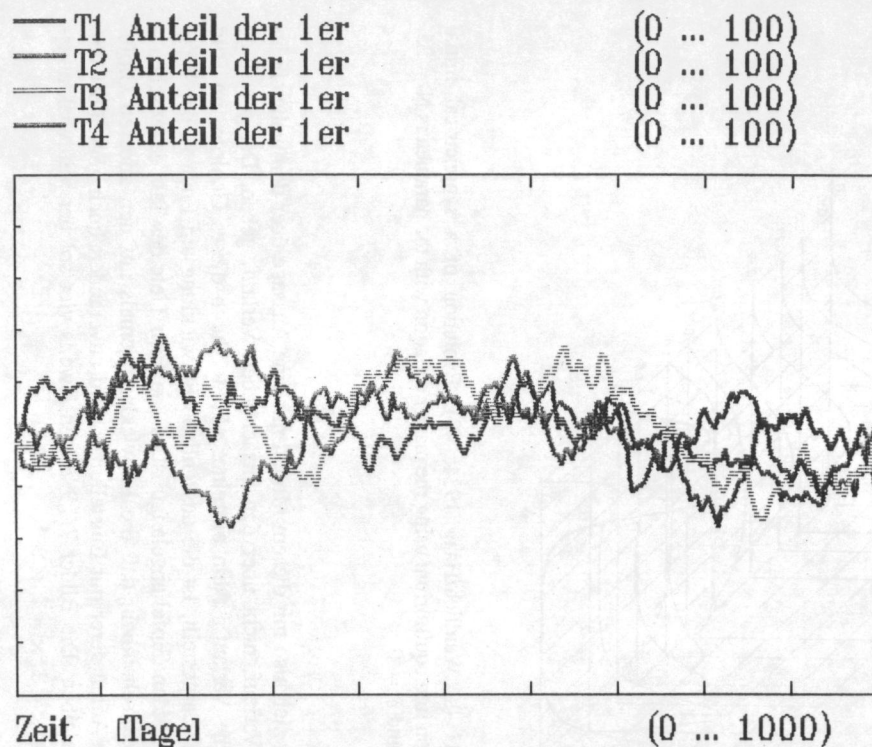


Bild 7: Vier mögliche Entwicklungspfade bei ausgeglichener Präferenz und schwacher Anpassung ($K = 0.5$)

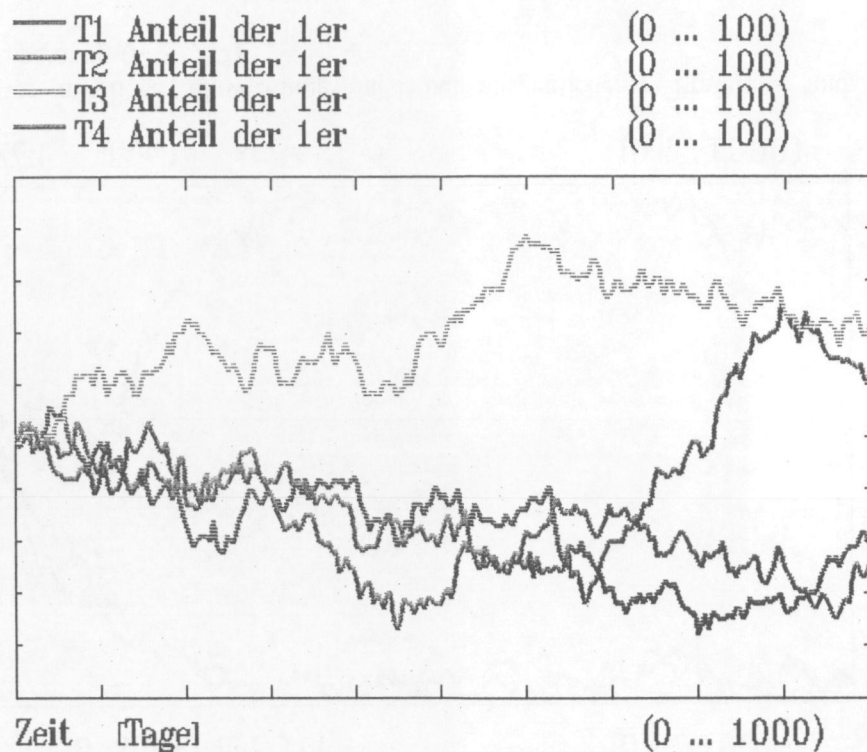


Bild 8: Vier mögliche Entwicklungspfade bei ausgeglichener Präferenz und mittlerer Anpassung ($K = 1.0$)

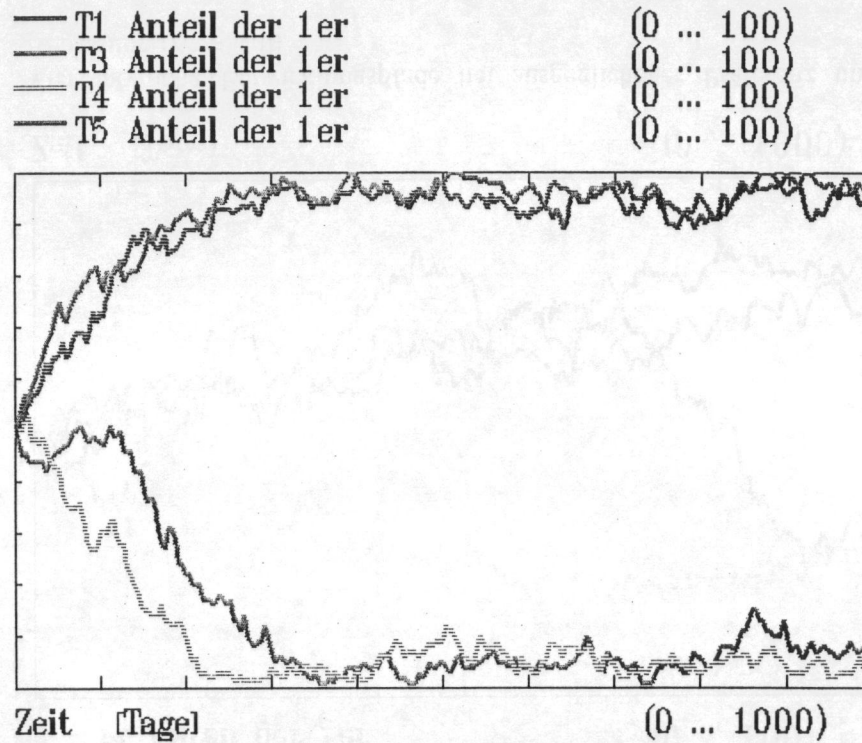


Bild 9: Vier mögliche Entwicklungspfade bei ausgeglichener Präferenz und starker Anpassung ($K = 1.5$)

meiden ist, wenn es bei diesem Merkmal einen starken Anpassungstrend innerhalb der Individuen gibt. Je mehr Unentschlossene, aber Anpassungsbereite es z.B. in einer politischen Frage gibt, desto eher wird es am Ende in dieser Frage ein ganz eindeutiges Votum geben. Das ist mit Alltagsverständnis nicht unbedingt erwartbar: wenn man nur davon ausgeht, daß es »keine rechte Meinung« in dieser Frage gibt, würde man eher eine gleichmäßige Verteilung in den Antworten erwarten.

Der zweite Aspekt ist die Gleichwahrscheinlichkeit der beiden Gipfel im Fall hoher Anpassungsparameter. Das bedeutet, daß aus einer noch nicht polarisierten Situation heraus sich sowohl der eine extreme, als auch der andere extreme Anteil mit gleicher Wahrscheinlichkeit ergeben werden. Die Entscheidung, welche der - in den meisten sozialen Fragen vermutlich mit völlig unterschiedlichen Konsequenzen einhergehenden - Alternativen sich einstellen wird, ist dabei von der Entwicklung in der Nähe des Bifurkationspunkts abhängig. Jede zufällige Abweichung in Richtung eines der beiden Gipfel hat sofort einen Selbstverstärkungseffekt ($\kappa > 1$) für sich, der eine Entwicklung auf das andere Extrem um so unwahrscheinlicher macht, je größer der zeitliche Abstand zum Bifurkationspunkt wird. Diese Richtungs-Instabilität in der Nähe des Bifurkationspunktes und die starke Abhängigkeit der globalen weiteren Entwicklung von wenigen individuellen Zufallsentscheidungen zu diesem Zeitpunkt bedeutet, daß hier nicht mehr wie üblich eine ab dem Startzeitpunkt unentrinnbar ablaufende Zukunft modelliert wird, sondern daß in einem abgrenzbaren Abschnitt innerhalb des Modells Raum ist für verschiedene singulare Ereignisse, die den weiteren Verlauf mitbestimmen.

Die Analogie zu vielen historischen Ereignissen ist unübersehbar. So unterlegen denn Weidlich/Haag auch ihrem Modell den Übergang in ein »totalitäres« System mit extremem Anteil der Rechts- bzw. Linkseingestellten.³⁹ Ohne auf die vielfältigen Gegenargumente für diese Gleichsetzung von links- und rechts-extremen totalitären Staaten einzugehen, bleibt doch festzuhalten, daß hier die Hinwendung zu den Extremen wiederum nicht mit Zuhilfenahme externer Ereignisse (Macht und Interesse bestimmter politischer Gruppen etc.) erklärt werden kann, sondern aus einer allgemein verbreiteten Tendenz zur Anpassung, beruhe sie nun auf Freiwilligkeit oder auch Zwangsmaßnahmen.

Einige weitere qualitativ unterschiedliche Konstellationen lassen sich aus bestimmten unterschiedlichen quantitativen Anfangsbedingungen herleiten. So verschiebt sich eine geringfügig asymmetrische Anfangsverteilung auch bei neutraler Präferenz ($\delta = 0$) erst sehr lange Zeit zu einem extremen Anteil auf der Seite der anfänglichen Ungleichheit und erreicht den ausgeglichenen zweigipfligen Zustand unvergleichlich viel später als bei symmetrischer Anfangsverteilung. (Bild WH2 (Weidlich/Haag 1983:48): die Verteilung ist lange Zeit sehr ungleich). Kleine Unterschiede in der Anfangssituation führen so durch Selbst-

³⁹ »When $\kappa = 1.0$ or $\kappa = 1.07$ [...] an Interpretation in terms of a society at the crossroads between a liberal and a totalitarian State can be made« (W/H 1983:46).

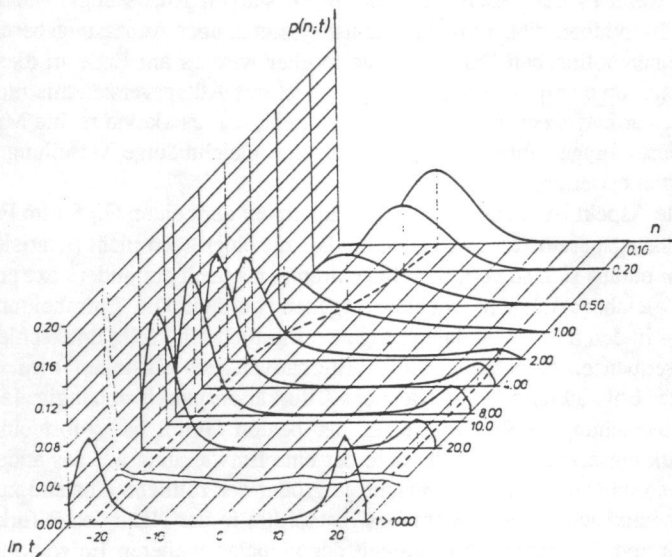


Bild WH2 (s. Weidlich/Haag 1984: 48): Evolution of a asymmetrical initial distribution into equilibrium using the master equation with the parameters $N = 25$, $\kappa = 1.5$ and $\delta = 0$

Verstärkung zu großen Unterschieden am Ende der Entwicklung. Solche sich selbstverstärkenden kleinen Anfangsunterschiede, die dann später gar nicht mehr zu korrigieren sind, lassen sich z.B. in den Entstehungsphasen der modernen Gesellschaft sowohl im wirtschaftlichen Bereich (primäre Akkumulation führt zur Klassengesellschaft) als auch im sozialen Bereich (Unterschiede in Bildungs- und Besitzverhältnissen führen zur dauerhaften sozialen Schichtung) finden.

Ebenso kann es trotz eines Präferenz-Parameters $\delta \neq 0$ - etwa $\delta > 0$: die Mehrheit der Bevölkerung präferiert Einstellung 1 - zu einer stabilen Situation kommen, in der trotz dieser Präferenz diejenigen mit Einstellung 2 bei weitem die Mehrheit stellen. Das ist dann der Fall, wenn die Entwicklung - aus erklärungsbedürftigen, historischen Gründen - damit beginnt, daß die weniger präferierte Einstellung die Mehrheit stellt. Dann bleibt auch bei sofort einsetzender Änderung der Einstellungs-Präferenz ein Pfad zum anderen Gipfel der Wahrscheinlichkeitsverteilung extrem unwahrscheinlich (s. Bild WH2, rechter Pfad). Eine solche Situation bedeutet, daß zwar große Teile der Bevölkerung die oppositionelle Nichtmehrheitsmeinung individuell präferieren, es aber trotzdem zu keinem »Meinungsumschwung« kommt, da die Anpassungskräfte an

die herrschende Meinung zu stark sind. Beispiel dafür wären historisch entstandene Normen, etwa religiöser Art, die weiter befolgt werden, obwohl sie innerlich längst abgelehnt werden, oder die Zustimmung zu Régimes, die Anpassung durch Zwang oder moralischen Druck erzwingen, obwohl jede/r einzeln eine andere Regierung vorziehen würde.

Dieses »Grundmodell« haben Weidlich/Haag in einigen weiteren sozialwissenschaftlichen Bereichen mit differenzierten Erweiterungen angewandt. Die Erweiterungen betreffen einmal die Homogenität der Individuen; es können beliebig viele Untergruppen mit jeweils eigenen Parametern betrachtet werden. Das Augenmerk liegt dann auf der Interaktion dieser Gruppen, der gegenseitige Einfluß in Form von Sympathie- und Austauschparametern fließt ins Modell ein. Die zweite Erweiterung betrifft die Anzahl der »Attribute«: neben den im Grundmodell vorliegenden Eigenschaften »Präferenz« und »Anpassung« können jeder Untergruppe ebenfalls im Prinzip beliebig viele soziale Attribute zugeschrieben werden, wobei für jedes Attribut natürlich Hypothesen über seine Wechselwirkung mit allen anderen vorhanden sein müssen. Weidlich/Haag (1983) stellen damit Modelle für innerstädtische Migration, für das langfristige Investitionsverhalten (Schumpeters lange Wellen) und für das außenpolitische Verhältnis von Staaten auf. Diese Bereiche sind auch alle schon früher modelliert worden. Der Unterschied hegt in den Ergebnissen: die synergetischen Modelle können je nach Parametern und Anfangsbedingungen behebzig unregelmäßige und komplexe zeitliche Entwicklungen modellieren, wogegen bei den bisherigen Modellen überlagernde Zyklen (z.B. in der Konjunkturtheorie) das komplexeste Muster bildeten.

II.3.3 Einschätzung

Mit diesem komplexen Ansatz ergibt sich die Möglichkeit, für fast jede Qualität sozialwissenschaftlicher Entwicklung ein quantitatives Modell zu schaffen. »Unregelmäßigkeit«, »Einmaligkeit«, »Brüche« und andere entsprechende sozialwissenschaftliche Beobachtungen sind kein Hindernis mehr für Quantifizierungen. Die technisch-formalen Schwierigkeiten dabei sind mit diesen Konzepten der »Synergetik« (Haken 1982) im Prinzip gefallen.⁴⁰ Die Angabe einer wahrscheinlichen, statt einer deterministischen globalen Entwicklung, verhilft den Modellen zu mehr Realismus und die Hereinahme des »Zufalls« bei den individuellen Ausprägungen der Attribute zu mehr Nähe zu Ergebnissen statistischer Untersuchungen tatsächlicher sozialer Realität. Dadurch ergibt sich für weitere soziale Phänomene, die sich bisher nur als extern verursacht erklären ließen, die Möglichkeit, sie als interne Konsequenz einer langen Entwicklung

⁴⁰ Wenn auch die dahinterstehende Mathematik so kompliziert ist, daß sie bisher nur von Physikern weiterentwickelt wird. Durch die Implementation dieser Techniken in viel einfacher zu bedienenden Computersimulationsmodellen (z.B. Mimose (Mochring 1991)) kommen auch Nichtphysiker in ihren Genuß.

mit konstanten Bedingungen zu sehen, also eine Erweiterung der Möglichkeiten der Theorie.

Die Konzepte der Synergetik werden auch als »Selbstorganisations«-Modelle bezeichnet (Troitzsch 1991). Am obigen Beispiel läßt sich die Bedeutung erläutern: die Organisation der Individuen, d.h. die stabile Aufteilung auf die Entscheidungen, ergibt sich im Zeitverlauf von selbst, ohne Ordnungswillen, -Zentrum, oder auch nur -gedanken, und sie stabilisiert sich auch von selbst, indem die zufälligen Abweichungen wieder ausgeglichen werden. Dieser Prozeß läuft »hinter dem Rücken« der Individuen ab, sie können ihn nicht einmal beeinflussen (wie noch im Granovetter-Modell möglich), da sogar einzelne starke Abweichungen von den gewählten Parametern schon statistisch berücksichtigt sind.

Auch hier stellt sich die Frage, wieviel Anteil an tatsächlichen sozialen Phänomenen solche Prozesse haben können und ob es soziale Prozesse gibt, die ganz nach diesem Muster ablaufen und in denen keine Entscheidungsspielräume mehr vorhanden sind. Hierfür kommen vor allem Phänomene in Frage, bei denen die »Entfernung« zwischen dem Mikro- und dem Makro-Level besonders groß ist, d.h. daß sehr viele Individuen beteiligt sind und daß es wenig intermediäre »Zwischen«-Instanzen gibt, die die individuellen Einflüsse filtern (Organisationen, Parteien etc.),⁴¹ so daß die im Modell vorliegende direkte Beziehung des Individuums zur Makroebene vorliegt. Auch Gesellschaften mit wenig Traditionen könnten für solche Prozesse besonders anfällig sein, z.B. Gesellschaften, die sich durch Migration, hohe Zuzugsquoten, nach Niederlagen oder Kriegen im Umbruch befinden. Sie zeichnen sich durch hohe Variabilität und Unsicherheit in den individuellen Meinungen (kleines δ , wenig ausgeprägte Anfangsverteilung) und ebenso hohe Anpassungsanforderungen (großes κ) aus.

Ein weiteres Beispiel sind gesellschaftliche Normen (Eger/Weise 1990). Sie werden in früher Kindheit erlernt und schon in der Jugend internalisiert, man paßt sich ihnen in mehr oder weniger unreflektierter Weise an, soweit es das eigene Naturell zuläßt: der »Präferenz«-Parameter δ ist psychisch als Konstante vorgegeben und der »Anpassungs«-Parameter κ als familiäres Sozialisationsumfeld auch wenig veränderbar, so daß sie als konstant über eine längere Zeit angenommen werden können. Vom »Anpassungs«-Parameter κ kann zudem angenommen werden, daß er für diesen Fall hoch ist: das Kind muß sich schließlich beim Hineinwachsen in die Gesellschaft stark an seiner Umgebung orientieren. Das ist die Bedingung dafür, daß sich eine Norm als solche etablieren kann: der Anteil derer, die sie befolgen, wird sich nach dem Modell auf einem hohen Niveau halten können, relativ unabhängig davon, daß sich die Verteilung der individuellen Präferenzen im Zeitverlauf ändert.

⁴¹ Es müssen sogenannte »Vielteilchensysteme« sein, in denen der Einfluß des einzelnen Teilchens verschwindend gering ist.

Ein weiteres Beispiel für große »Entfernungen« zwischen dem Level der »Individuen« und dem des Systemverhaltens ist die Migration zwischen Regionen. Beide sind dadurch gekennzeichnet, daß sich die Individuen in ihren Entscheidungen an der beobachteten Systementwicklung insgesamt (Anteil der schon ins andere Gebiet emigrierten) orientieren und nicht an zwischen diesen beiden Levels liegenden sozialen Entitäten wie z.B. Clans, Parteien, Freundesnetzwerken: Migrationsentscheidungen werden oft aus isolierten Notsituationen gegen die eigene kulturelle Umwelt gefällt.

Der notwendige direkte Zusammenhang zwischen der resultierenden Orientierungsgröße auf der Makroebene und der individuellen Entscheidungswahrscheinlichkeit ist eine Begrenzung dieses Modells. In vielen sozialen Prozessen spielen gerade die zwischen diesen Levels angeordneten sozialen Gebilde, in denen das Individuum Mitglied ist und in denen es sich nicht »nach der Mehrheit« richtet, sondern eine aktive Rolle spielen kann, für das individuelle Verhalten entscheidend.⁴²

Eine andere Schwierigkeit des Modells liegt in der Definition der »Attribute« der Individuen. Weidlich/Haag gehen davon aus, daß jede soziale Lage durch eine Anzahl individueller Attribute mit bestimmten Ausprägungen und einer Zahl makrosozialer Größen beschreibbar sei. Um aber eine Transformation der individuellen Attribute in Makro-Größen definieren zu können, müssen beide sowohl auf der individuellen Ebene als auch auf der »Gesellschafts«-Ebene Bedeutung haben. Im obigen Beispiel muß die Einstellung auf der individuellen Ebene meßbar sein, d.h. individuelles »Attribut« sein, aber auch als Gesamtverteilung in der betrachteten Gesellschaft (Anteil derjenigen mit 1) den Rang einer »Strukturkomponente« haben, eines die Gesellschaft prägenden makrosozialen Phänomens. Diese Notwendigkeit, mit der gleichen Größe auf der individuellen und auf der Aggregat-Ebene zu arbeiten, bereitet theoretische Schwierigkeiten bei ihrer Definition (Raub/Voss 1981). Der Schluß von der Gesamtverteilung einer individuellen Variablen auf eine bestimmte Qualität der Gesellschaft als Ganzer, z.B. im Extremfall von einer im positiven Bereich konzentrierten Gesamtverteilung der Zustimmung zum Satz »Jeder ist seines Glückes Schmied« auf das Vorliegen einer »Leistungsgesellschaft«, ist zumindest fraglich. Weidlich/Haag charakterisieren nach diesem Muster die Gesellschaften mit einem niedrigen Anpassungsparameter κ als »libertarian« und die mit einem hohen Anpassungsparameter κ als »totalitarian«.

⁴² »[...] ein anderer Tatbestand (schränkt) jedoch die Relevanz naturwissenschaftlicher Emergenzmodelle für die Soziologie ein [...] Menschen sind fähig zur Kooperation und zur kollektiven Zielsetzung. Die Existenz mächtiger korporativer Akteure ist eine Folge davon; sie intervenieren oder versuchen wenigstens zu intervenieren, wenn ihnen das antizipierte Ergebnis spontaner Strukturbildungsprozesse, von Fluktuationen, Teufelskreisen und Spiralen unerwünscht scheint. [...] Nur wenige Makroereignisse bzw. Makrostrukturen sind demzufolge wirklich reine Emergenzphänomene im Sinne naturwissenschaftlicher Paradigmen.« (Mayntz 1992:65).

Hieran schließen sich grundsätzliche Überlegungen, wann quantitativ unterschiedliche soziale Größen auf dem Makro-Level auch als »qualitativ« unterschiedlich bezeichnet werden dürfen. Ein totalitärer Staat unterscheidet sich grundsätzlich von einer Demokratie; Frankreich (mit 25% Rechtswählern) und Deutschland-Ost (mit 30% PDS-Wählern) sind im Vergleich der Gesamtverteilungen der Links-Rechts-Skalometer schon in der Nähe von Weidlich/Haags »totalitarian society«. Das Modell kann deshalb nur zeigen, welche unterschiedlichen Entwicklungen der Anteile bestimmter Attribute in einer Bevölkerung möglich sind, aber keine Entscheidung darüber liefern, wie spezielle Endzustände, also ein stationärer Zustand nach einer probabilistischen Entwicklung der Anteile, sozial zu bewerten sind, ob im Vergleich zum Anfangszustand möglicherweise von einem »Strukturbruch« oder sogar einem »Übergang in eine andere Gesellschaftsform« (wie Weidlich/Haag meinen), einer »Veränderung des politischen Klimas« etc. gesprochen werden kann.

III. Diskussion und Zusammenfassung

III.1 Neue Argumente für Formalisierungen sozialwissenschaftlicher Theorien

Betrachtet man die Anwendungsmöglichkeiten des neuen Paradigmas in den Sozialwissenschaften, so sind sie am fruchtbarsten in der Theorieentwicklung, dort aber vor allem im Bereich der Modellierung einsetzbar (Punkt 1.4). Gibt es nun Grund dafür anzunehmen, daß diese Weiterentwicklungen in die alte Diskussion um die Möglichkeit, in den Sozialwissenschaften mit formalen Modellen zu arbeiten, neue Argumente bringen? Zumindest zwei Hauptargumente der Gegner von formalen Modellen werden durch die neuen Ideen ins Wanken gebracht

Das eine lautet daß die Erstellung eines formalen Modells im Prinzip nicht mehr Erkenntnisse einbringe als die Diskussion der Bedingungen und Voraussetzungen des Modells, also seiner Parameter und Variablen, weil das Modell selbst auf Grund seiner formallogischen Struktur nur tautologische Ableitungen aus den Voraussetzungen erlaube. Der Schritt von mathematischen Gleichungen auf ihre Ergebnisse bringe keinen Bedeutungsgewinn: er laufe »automatisch« ab und bringe gegenüber den Gleichungen selbst keine neuen Inhalte hervor. Hierin begründet sich auch die verbreitete Ansicht von der »Übersimplifizierung« der Modelle (Schnell 1990:110).

Diese Meinung ist mit der Möglichkeit, die Dynamik auch nichtlinearer Modelle zu beherrschen, ihrer Begründung beraubt worden. Denn wenn aus ganz ähnlichen Voraussetzungen sehr verschiedene Entwicklungen folgen können, kann erst die Berechnung aller möglichen »Pfade« des Modells zeigen, was in den Voraussetzungen steckt die Berechnung bringt also neue Inhalte

hervor, sie ist notwendiger Bestandteil der Theoriebildung. Die Unvorhersagbarkeit und qualitative Unterschiedlichkeit der Dynamik dieser Modelle macht die Ableitungen alles andere als tautologisch. Der tiefere Grund für diesen Qualitätssprung der Modelle ist die Feststellung der Dissipativität und/oder der Irreversibilität der modellierten Prozesse: einmal eingeschlagene Pfade können nicht mehr unbegrenzt zurückverfolgt werden, und die Systeme müssen ständig Energie aus der Umwelt aufnehmen.

Das zweite Argument ist besonders von den Vertretern des »interaktionistischen« Programms in der Soziologie hervorgehoben worden. Individuelles Verhalten ist nur verstehbar im momentanen »institutionellen Kontext«, der in jeder Situation neu interpretiert und nach seiner Bedeutung befragt wird, dabei aber auch gleichzeitig wieder in seiner Bedeutung neu bestimmt wird. Durch diese »Gleichzeitigkeit« bzw. »Dualität« der sozialen Strukturen, sowohl für das individuelle Handeln begrenzend und leitend zu sein als auch durch das individuelle Handeln hergestellt und reproduziert zu werden, werde eine Zirkularität beschrieben, die die Anwendung formaler Logik und Mathematik in den Sozialwissenschaften unmöglich mache.⁴³ Das Modell von Weidlich/Haag bzw. die Konzepte der Synergetik lösen gerade dieses Problem: die gleichzeitige Orientierung an der sozialen Organisation auf der Makro-Ebene und Reproduktion dieser Organisation und zeigen damit, daß die geschilderte Situation keineswegs zirkuläre logische Probleme aufwirft, sondern formal simultan gelöst werden kann.

III.2 Neue Aspekte sozialwissenschaftlicher Theoriebildung

1. Die Beispiele haben gezeigt, daß die Aufteilung in »externe« und »interne« Ursachen für soziale Veränderungen durch die Einbeziehung nichtlinearer Dynamik vermehrt ins Fließen gebracht werden. Phänomene, bei denen bisher immer nach dem Einwirken von der Situation selbst unabhängiger Umstände gesucht werden mußte - etwa bei den Gründen für hier geringe und dort hohe Beteiligung an Aufständen - lassen sich nun, ohne Rückgriff auf solche Umstände, allein durch situativ bedingte geringe Anfangsunterschiede erklären.

⁴³ »The source of the problem is that the phenomena classically of interest to the social sciences are constituted by the meanings people give to their own and others actions. Moreover, those meanings are inseparable from the institutional context of the particular society in which the people live [...] the specific mechanism of this interpenetration of social structures and situated action are now beginning to understood [...] Consequently, there can be no question of assembling larger-scale social and institutional structures out of preidentified individual behaviors, for those structures are built into the component individual actions. (Footnote:) Giddens (1979) points to the same general idea with his notion of the duality of social structure and his formula that social organization is simultaneously a product of and a resource for social interaction. There is an obvious circularity here that frustrates any attempt to represent the empirical situation in standard logic.« (Wilson 1984:12).

Das führt zur weiteren Erosion des Begriffs einer »normalen«, »typischen« oder »gleichbleibenden« sozialen Entwicklung: auch aus solch einer Entwicklung heraus kann sehr Überraschendes geschehen, ohne von außen angeregt zu sein. Damit wird das Augenmerk der Theoriebildung, über das Fragen nach »Funktionen« gesellschaftlicher Organisation hinaus, auf die Möglichkeit der Selbstorganisation sozialer Bereiche geöffnet nicht nur Macht und Intention, Notwendigkeiten oder Funktionalität sondern nun auch reine Spontaneität können soziale Ordnung schaffen: »Intention« weicht »Funktion« weicht »Selbstorganisation«.

2. Der Einsatz nichtlinearer Modelle bedeutet den Übergang von komparativ-statischen theoretischen zu dynamischen Analysen, die eben erst bei nichtlinearen Wechselwirkungen unterschiedliche Ergebnisse haben. Dynamische Analyse bedeutet aber für die grundsätzliche Formulierung eines Problems erhebliche Veränderungen. So werden ganz allgemein Ursache-Wirkungsbeziehungen aufgehoben und als Wechselwirkungsbeziehungen formuliert. Es interessieren nicht mehr die Beziehungen der in der Theorie vorhandenen Größen untereinander, sondern nur die Beziehungen der Veränderungsraten dieser Größen zu anderen Größen.⁴⁴ Vergleiche von »Strukturen« werden ersetzt durch Vergleiche von »Prozessen«. Damit kommt aber auch der gängige »Struktur«-Begriff⁴⁵ in definitorische Schwierigkeiten.

Ist die Struktur auch durch die Größen bestimmt die in der Dynamik wandelbar sind (also nicht nur durch Parameter), so ergibt der Prozeß im Zeitverlauf eine Strukturwandlung, indem sich die Quantität der für die Struktur definitionsrelevanten Größen ändert. Ist etwa im Weidlich/Haag-Modell »demokratische Struktur« definiert als ausgeglichener Anteil von Links- und Rechts-Meinungen und totalitäre Gesellschaft durch einen hohen Anteil von entweder Links- oder Rechtsmeinungen, so wird mit diesem Modell der Strukturwandel einer Gesellschaft beschrieben, weil in die Strukturdefinition die dynamische Variable des Meinungsanteils eingeht Würde man bei einer komparativ-statischen Analyse damit auch keine Schwierigkeiten haben - weil nur zwei Zeitpunkte verglichen werden - so zeigt der Übergang zu einem Prozeß, daß unter Struktur auch etwas anderes verstanden werden kann, nämlich die »Wirkungsweise« des Prozesses, d.h. die vorausgesetzte Wirkung der Präferenz und Anpassung auf die »Struktur« der Links/Rechts-Verteilung. Dann würden sich zwei »Gesellschafts«-Strukturen dadurch unterscheiden, daß ihre Mitglieder unterschiedliche Präferenz- und Anpassungsparameter haben, was zwar im

⁴⁴ »Theories of social dynamics differ from theories of statics in that they focus on the process of change as the things to be explained rather than the structures themselves. [...] Compare the statements »the greater the centralization, the greater the formalization* and »an increase in centralization produces an increase in formalization* (Hannemann 1988:17).

⁴⁵ Daß der Struktur-Begriff einer der vieldeutigsten der Soziologie ist, ist bekannt (s. Raub/Voss 1981 Kap. 5).

stabilen Endzustand zu ähnlichen Ergebnissen führt wie die erste Definition, aber die Struktur auf einer ganz anderen Ebene, der individuellen, verortet

Das Modell von Weidlich/Haag als Modell für die Herausbildung und Stabilität von »Normen« kann deshalb auch so interpretiert werden, daß es gar nicht um eine »Norm« an sich geht, sondern nur um die Ausprägung der Norm. Die Norm selbst, der alle folgen, ist die Bedingung der prinzipiellen Ausrichtung an anderen, die Existenz eines Anpassungsparameters. Das Ergebnis des Prozesses ist das Finden einer bestimmten Ausprägung dieser Anpassung - mehr rechts oder mehr links, wenn es um ein politisches Problem geht, mehr blau oder mehr rot, wenn es um Mode geht⁴⁶

Die Konstanz einer Struktur, die auch durch dynamische Größen definiert ist, muß in einem dynamischen Modell durch »fortwährende Selbstreplikation« hergestellt werden, d.h. das System muß sich notwendigerweise für Strukturkonstanz in einem Gleichgewicht bzgl. der Struktur-definierenden dynamischen Variablen befinden. Das führt zu neuen Definitions-Vorschlägen für »Struktur«, die die »stabilen« Zustände eines Prozesses beinhalten: Struktur muß dann z.B. definiert werden als »stabiler Prozeß der Selbstreplikation« (Raub/Voss 1981:157). So wird auch von Krohn/Küppers (1992b: 169) das Vorhandensein von »Eigenlösungen«, d.h. stabiler stationärer Zustände eines Systems von Wechselwirkungen, als Voraussetzung für »Systembildung« gesetzt und das Erreichen dieser Lösungen, der Zustand der »Reproduktion des autonomen Netzwerks der Wechselbeziehungen« bedeutet die Autonomie des Systems, dessen Struktur dann der Reproduktionsmechanismus ist »Struktur« eines sozialen Prozesses wäre dann also letztlich der »Attraktor« des Prozesses, im Fall von Weidlich/Haag z.B. die zweigipflige Endzustands-Verteilung. So bietet der Übergang zur dynamischen Betrachtungsweise neue Möglichkeiten und Schwierigkeiten einer Definition von »Struktur«.

3. Die neuen Methoden bieten die Möglichkeit in bisher nicht-modellierbaren Bereichen der »Sprünge« und anderer qualitativer Veränderungen quantifizierende Modelle einzusetzen. Dadurch könnte die bisher durch viele »Singularitäten« gekennzeichnete Sozialwissenschaft, die viele ihrer berühmtesten Erkenntnisse an historisch einmaligen Phänomenen gewonnen hat, wieder mehr systematisiert werden, indem in einigen von bisher für nicht vergleichbar gehaltenen Fällen sich doch das gleiche synergetische Grundmodell mit unter-

⁴⁶ Dahinter steht ein grundsätzlicher Streit um die Abgrenzung von »Struktur« bzw. »Organisation« und »Ordnung« in den Naturwissenschaften. »Die Rede von Selbstorganisation weckt Hoffnungen, aus der Physik könnten der Biologie neue morphogenetische Ideen zuwachsen, mit deren Hilfe es gelingen könne, den Umfang der überbordenden Zufälligkeit zu reduzieren. Aber was hier angeboten wird, löst nicht das eigentliche Problem, es erklärt immer nur Ordnung und nicht Organisation« (Bischoff 1989:125, zitiert nach Mußmann 1994:375). Strukturen eines Organismus seien etwa die DNA, Blutgefäße, Skelett etc., die für einen Organismus unveränderbar sind. Selbstorganisation kann in dieser Sicht nur verschiedene »Ordnungen« des Organismus schaffen, nicht Strukturen selbst verändern.

schiedlichen Parametern anwenden läßt. Ein weiteres Reservoir an grundsätzlichen und übertragbaren Modellen für soziale Konstellationen könnte durch die neuen Techniken eröffnet werden Ähnlich wie etwa der Vorrat an statistischen Modellen (Regression etc.) für Ursache-Wirkungs-Beziehungen bereitsteht oder die Modelle der Spieltheorie mit allen Erweiterungen für Analysen von Prozessen mit wenigen untereinander reagierenden Beteiligten, könnten die Modelle dieser neuen Methoden für Analysen sozialer Prozesse mit sehr vielen, auf die Systemebene reagierenden Beteiligten einen Grundstock bieten. Kandidaten für ein solches »Basismodell« wären das verallgemeinerte Weidlich/Haag Modell (Weidlich/Haag 1984: Kap. 3), Modell zur nichtlinearen Verknüpfung von drei und mehr Variablen wie das Lorenz-Modell und allgemein Modelle, die den Transformationsprozeß in einer generalisierbaren Weise beschreiben. Die Theoriebildung generell könnte deshalb hoffen, bestimmte Teilstücke der Arbeit, etwa das Transformationsproblem, wieder auch systematisch und nicht nur historisch-spezifisch zu bearbeiten.

4. Neue Anknüpfungspunkte für interdisziplinäre Theoriebildung: Die aus Formalisierungen von unterschiedlichen sozialwissenschaftlichen Theorien hervorgehenden Gleichungssysteme können überraschende Ähnlichkeiten mit entsprechenden Formalisierungen natur- und wirtschaftswissenschaftlicher Theorien aufweisen. Diese Ähnlichkeiten kommen erst durch die gezielte Formalisierung ins Blickfeld und blieben deshalb bisher verborgen. Dadurch könnten Anknüpfungspunkte für interdisziplinäre Zusammenarbeit mit diesen Wissenschaften entstehen, die vor allem genauer als bisher die Bereiche abgrenzen können, in denen sich sozialwissenschaftliche Theorien auch in den formalisierbaren Teilstücken unterscheiden.

5. Die bisherigen Vorteile von Formalisierungen von Theorien dehnen sich auf Grund der Modellierbarkeit neuer Phänomene entsprechend auf weitere Bereiche von Theorien aus. Simulationen ermöglichen die Beschreibung des »Möglichkeitsspielraumes« von Theorien: Durch die Prüfung der »Parametersensitivität« können die Verläufe, die die Theorie für die unterschiedlichen Parameterkonstellationen vorhersagt, vollständig erhoben werden und so die Begrenzung der Theorie abgeschätzt werden (Troitzsch 1991). Es lassen sich so nach der Theorie »mögliche« soziale Phänomene von »unmöglichen« unterscheiden. Das ist insofern interessant, als der im Alltagsdenken verbreitete Ansatz eher im sozialen Bereich, je nach historischen und kulturellen Umständen, »fast alles für möglich« hält; deshalb ist auch die wissenschaftliche Feststellung eines »sozial unmöglichen« Phänomens selten. Hier ließe sich immerhin ein Weg angeben, auf dem - auf dem Hintergrund von Theorien - real ausgeschlossene Parameterkombinationen und Entwicklungsmöglichkeiten angegeben werden können.⁴⁷

⁴⁷ Zur praktischen und theoretischen Nützlichkeit solcher Aussagen auch für die Sozialwissenschaften s.a. Popper 1974:4.

III.3 Mit den neuen Methoden auftretende Schwierigkeiten

Die empirische Überprüfbarkeit von nichtlinearen Modellen ist möglicherweise generell eingeschränkt. Die Größen der verwendeten Parameter haben in nichtlinearen Modellen eine zentrale Bedeutung deshalb, weil sie kritisch sind für das qualitativ unterschiedliche Systemverhalten; ein Schwellwert-Parameter, bei dem das System seine Entwicklung drastisch ändert, kann nicht »ungefähr« gemessen werden, wenn Aussagen darüber interessieren, wie nah sich das System an diesem Verzweigungspunkt befindet. Neben der auch in linearen Modellen immer bestehenden Frage, ob die von ihnen geforderten Parameter überhaupt meßbar sind (Validitätsproblem), bleibt deshalb die Frage offen, ob die nichtlinearen Modelle nicht darum nie an der Empirie überprüft werden können, weil einige der von ihnen geforderten Parameter prinzipiell nicht mit der erforderlichen Genauigkeit meßbar sind. So erfordert die korrekte Schätzung der Parameter der Lorenz-Gleichungen, wenn sie im chaotischen Bereich liegen, Messungen in um den Faktor 3 mal kleineren Zeitabständen als wenn sie im nicht-chaotischen Bereich liegen (Brown 1995:41ff). Bestimmte nichtlineare Modelle könnten sich deshalb für die Sozialwissenschaften grundsätzlich einer Messung entziehen, weil sozialwissenschaftliche Daten nicht in beliebig kleinen Zeitabständen erhoben werden können.

III.4 Generelle Gegenargumente gegen die Verwendung der neuen Methoden

1. Ist »Chaos« in irgendeinem formal definierbaren Sinn tatsächlich ein in der Gesellschaft beobachtbares Phänomen? Nimmt man die Definition von Brown, so bedeutet sie das über einen längeren, d.h. beobachtbaren Zeitraum hinweg unvorhersagbare Fluktuieren sozialwissenschaftlicher Größen; die Variable erscheint vom Zufall abhängig. Das Augenmerk der Forschung lag bisher eher auf Regelmäßigkeiten; das kann ein Grund sein, daß fluktuierende, irregulär periodisierte sozialwissenschaftliche Größen kaum wissenschaftlich beschrieben worden sind. In den Naturwissenschaften ist offensichtlich, daß Systeme ins Fluktuieren kommen können (Beispiel Wetter, Wasserhahn). Auch Aspekte des individuellen Verhaltens könnte man als fluktuierend beschreiben, etwa das Zustandekommen kreativer Akte oder spontaner Entscheidungen. Schon in der Biologie werden chaotische Größen seltener: z.B. instinkthafes Verhalten ist vorhersagbar, einige wenige Beispiele für Chaos bieten Populationen von Insekten oder niederen Tieren. Beispiele für sprunghafte Veränderungen sozialer Systeme bieten immer Revolutionen oder Kriegausbrüche. Chaos hieße aber ständiges sprunghaftes Verhalten, nicht nur eine drastische Veränderung. Es gilt also, zunächst überhaupt nach Daten Ausschau zu halten, die von einem abgrenzbaren sozialen System erzeugt werden und langfristige irreguläre Periodizität aufweisen.

2. Anders bei Verzweigungen und Selbstorganisation: das Weidlich/Haag-Modell des allmählichen »Ableitens« in eine von mehreren möglichen Entwicklungsrichtungen bzw. das Granovetter-Modell von ganz unterschiedlichen Beteiligungen bei ähnlichen Voraussetzungen sind eher realistisch. Die Annahme, ein soziales System könne im Prinzip wie ein nichtlineares dynamisches System funktionieren, beinhaltet auf jeden Fall eine klare Absage an jede Art »Gesetz der Geschichte«: in einem solchen System ist der Entwicklungsweg nicht grundsätzlich ableitbar, es gibt kein »es mußte ja so kommen«, sondern nur viele »es hätte auch anders kommen können« unter fast gleichen Bedingungen. Bei Verwendung des neuen Paradigmas muß man sich also vom Prinzip, soziale Phänomene bis ins Detail aufklären und in Ursachen und Wirkungen zerlegen zu können, prinzipiell verabschieden; nicht nur, daß statistische Erwartungen an Stelle von Sicherheiten treten, sondern es gibt jetzt theoretisch begründbare Unmöglichkeiten sowohl der »Zurückverfolgung« als auch der Prognose sozialer Konstellationen.

3. Ein nicht unerheblicher Bereich der modellierbaren Phänomene der neuen Methoden (Selbstähnlichkeit, Fraktale) beruht auf Rekursionsgleichungen, d.h. zeitdiskreten Modellen (s. Granovetter-Modell). Um diesen Bereich nicht auszuschließen, muß man zeitdiskrete, rekursive Formulierbarkeit sozialer Probleme annehmen. Ob das nicht nur für tatsächlich auch zeitdiskrete soziale Ereignisse, sondern generell möglich ist, ist kaum untersucht. Individuelle Entscheidungen können zu jeder Zeit fallen, aber nur zu bestimmten Zeiten realisiert werden, d.h. auf der »System-Ebene« in Wirkung treten. Aktienkäufe können z.B. nur getätigt werden, wenn die Börse geöffnet ist; Börsen-Kräche finden deshalb oft direkt nach der Öffnung statt, wenn sich die vorher beschlossenen Kaufentscheidungen auf einmal realisieren. Die Untersuchung der sozialwissenschaftlichen Bereiche auf ihre Zeit-Struktur ist bisher wenig untersucht. Es könnte sich herausstellen, daß schon auf Grund einer solchen Untersuchung ein Teil der Methoden für die Sozialwissenschaften nicht in Frage kommt

III.5 Zusammenfassung

Die seit etwa 30 Jahren die Naturwissenschaften revolutionierenden neuen Methoden, die u.a. in Theorien über Chaos und Selbstorganisation sichtbar werden, können auch für die Sozialwissenschaften fruchtbar sein. Sie können jedoch hier nicht den Stellenwert eines »Umdenkens« beanspruchen, der ihnen teilweise in den Naturwissenschaften zugeschrieben wird.

Die Phänomene, deren Erklärbarkeit in den Naturwissenschaften durch die neuen Ansätze möglich wird, sind in den Sozialwissenschaften schon in langer Tradition Forschungsgegenstände, allerdings nicht auf der Grundlage formaler Ableitungen, sondern sprachlich-theoretischer Beschreibungen. Die metaphorisch-analogische Anwendung der neuen Ansätze bietet also in diesem Bereich zwar andere, aber mit den bisherigen Erklärungen konkurrierende Einsichten.

Erst bei quantitativer Formalisierung und Modellierung sozialer Phänomene können die Qualitäten der neuen Ansätze, die Konsequenzen nichtlinearer Wechselwirkungen, auch in den Sozialwissenschaften zum Tragen kommen. Der mögliche Gewinn ihres Einsatzes sind:

- weitere (z.B. Brüche) und neuartige (Chaos) Theoriebereiche lassen sich heuristisch mit formalen Modellen untersuchen;
- genuin neue Erklärungsmöglichkeiten für bekannte soziale Phänomene, die im wesentlichen auf der Internalisierung bisher nur durch externe Effekte erklärbarer Phänomene beruhen (Brüche, Sprünge, Irreversibilitäten, Verzweigungen von Entwicklungen und stabile Ordnung als endogen bzw. selbstorganisiert verursacht);
- Erklärungsmöglichkeiten für neue Phänomene, die für sozialwissenschaftliche Theorie bisher schwer faßbar waren (multiple Gleichgewichte, Fluktuationen bzw. Chaos, irreguläre Zyklizität).

Dem möglichen zusätzlichen Erkenntnisgewinn gegenüber stehen bisher nicht bearbeitete Fragen der empirischen Relevanz und Überprüfbarkeit der Ansätze:

- Gibt es Phänomene wie endogen verursachte Fluktuationen und Chaos in sozialen Systemen und sind sie typisch?
- Welche standardisierten Methoden lassen sich finden, um zwischen zufallsbedingtem und deterministischem Chaos oder durch endogene Wechselwirkungen verursachter und durch externe Einwirkung verursachter Verzweigung zu unterscheiden, wenn man empirische sozialwissenschaftliche Daten vorliegen hat?

Literatur

- Arbeitsgruppe Bielefelder Soziologen (Hg.) 1973: Alltagswissen, Interaktion und gesellschaftliche Wirklichkeit 1. Symbolischer Interaktionismus und Ethnomethodologie. Hamburg.
- Bossel, H. 1992: Modellbildung und Simulation: Konzepte, Verfahren und Modelle zum Verhalten dynamischer Systeme. Braunschweig (Vieweg).
- Boudon, R. 1986: Theories of Social Change. Oxford.
- Boudon, R. 1973: L'inégalité des chances. Paris (Armand Colin) (Engl. Übers.: Education, Opportunity and Social Inequality. New York 1974 (Wiley)).
- Brown, C. 1995: Chaos and Catastrophe Theories. London (SAGE).
- Bühl, W.L. 1990: Sozialer Wandel im Ungleichgewicht. Zyklen, Fluktuationen, Katastrophen. Stuttgart.
- Coleman, J.S. 1994: Grundlagen der Sozialtheorie. Bd. 3: Die Mathematik der sozialen Handlung. München.
- Cramer, F. 1989: Chaos und Ordnung. Die komplexe Struktur des Lebendigen. Stuttgart.

- Eger, Th., Weise, P. 1990: Normen als gesellschaftliche Ordner. In: *Ökonomie und Gesellschaft*, Jahrbuch 8 (1990):65-111.
- Eigen, M. 1988: Perspektiven der Wissenschaft. Jenseits von Ideologien und Wunschdenken. Stuttgart
- Eilenberger, G. 1990: Komplexität. Ein neues Paradigma in den Naturwissenschaften. In: *Mannheimer Forum* 89/90. (Hg. H. v. Dittfurth u. Ernst Fischer), München.
- Elias, N. 1969: *Über den Prozeß der Zivilisation* 2 Bde. Bern.
- Esser, H. 1991: Die Rationalität des Alltagshandelns. Alfred Schütz und »Rational Choice«. In: Esser/Troitzsch (Hg.) 1991:235-282.
- Esser, H., Troitzsch, K.G. (Hg.) 1991: Modellierung sozialer Prozesse. Sozialwissenschaftliche Tagungsberichte Bd. 2, hrsg. v. IZ Sozialwissenschaften Bonn.
- Esser, H. 1993: Soziologie. Allgemeine Grundlagen. Frankfurt/M.
- Faber, J., Koppelaar, H. 1995: Chaos and Social Science. In: *Historical Social Research / Historische Sozialforschung* 20 (1995):70-82.
- v. Foerster, H. 1960: On Self-Organizing systems and their environments. In: Yovits, M.C., Cameron (Hg.): *Self-Organizing Systems. Proceedings of an Interdisciplinary Conference*, 5 and 6 May 1959. Oxford 1960:31-50.
- GEO - Wissen 1990: Chaos und Kreativität. Hamburg.
- Grossmann, S., Mayer-Kress, G. 1989: Chaos in the international arms race. In: *Nature* 337 (23.2.1989), S. 701-704.
- Granovetter, M. 1978: Threshold models of collective behavior. In: *American Journal of Sociology* 83 (1978), S. 1420-1443.
- Granovetter, M., Soong, R. 1986: Threshold Models of Interpersonal Effects in Consumer Demand. In: *Journal of Economic Behavior and Organization* 7:83-99.
- Haag, G. 1990: Die Beschreibung sozialwissenschaftlicher Systeme mit der Master-Gleichung. In: *Ökonomie und Gesellschaft*, Jahrbuch 8 (1990): 128-179.
- Haken, H. 1982: Synergetik. Eine Einführung. Berlin (Springer).
- Haken, H. 1987: Die Selbstorganisation der Information in biologischen Systemen aus der Sicht der Synergetik. In: Küppers, B.-O. (Hg.): *Ordnung aus dem Chaos. Prinzipien der Selbstorganisation und Evolution des Lebens*. München 1987:127-156.
- Hanneman, R.A. 1988: Computer-assisted modell building. *Modelling dynamic social Systems*. London (Sage).
- Härder, Th. 1973: *Dynamische Modelle in der Sozialforschung*. Stuttgart (Teubner Studienskripten zur Soziologie 41).
- Hejl, P. M. 1992: Selbstorganisation und Emergenz in sozialen Systemen. In: Krohn, W., Küppers, G. (Hg.) 1992:269-292.
- Hejl, P.M. 1984: Towards a theory of social systems: Self-organisation, self-maintenance, self-reference and syn-reference. In: *Self-Organization and*

- Management of Social Systems. Heidelberg (Springer Series in Synergetics 26).
- Jetschke, G. 1989: Mathematik der Selbstorganisation. Braunschweig.
- Kreutz, H., Bacher, J. (Hg.) 1991: Disziplin und Kreativität. Sozialwissenschaftliche Computersimulation: theoretische Experimente und praktische Anwendung. Opladen (Leske+Budrich).
- Krohn, W., Küppers, G. (Hg.) 1992: Emergenz: Die Entstehung von Ordnung, Organisation und Bedeutung, Frankfurt/M (Suhrkamp).
- Krohn, W., Küppers, G. (Hg.) 1990: Selbstorganisation. Aspekte einer wissenschaftlichen Revolution. Braunschweig.
- Küppers, G., Krohn, W. 1992: Zur Emergenz systemspezifischer Leistungen. In: Krohn/Küppers 1992:161-188.
- Kursbuch 98 1989: Das Chaos. Berlin.
- Loistl, O., Betz, I. 1993: Chaostheorie. München (Oldenbourg).
- Lorenz, E.N. 1963: Deterministic Nonperiodic Flow. In: Journal of the Atmospheric Sciences 20 (1963): 130-141.
- Lorenz, H.-W. 1989: Nonlinear Dynamical Economics and Chaotic Motion. Berlin.
- Lüdemann, C. 1995: Ökologisches Handeln und Schwellwerte: Ergebnisse einer Studie zum Recycling-Verfahren. In: Zuma-Nachrichten 37 (1995):63-75.
- Luhman, N. 1987: Soziale Systeme. Frankfurt/M.
- Mandelbrot, B. 1988: Die fraktale Geometrie der Natur. Bern.
- Markl, H. 1987: Sind die Sozialwissenschaften Naturwissenschaft? In: ZUMA-Nachrichten 21 (1987): 1-19.
- Maturana, H.R. 1982: Erkennen. Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit. Ausgewählte Arbeiten zur biologischen Epistemologie. Braunschweig.
- Maturana, H.R., Varela, F 1987: Der Baum der Erkenntnis. Wie wir die Welt durch unsere Wahrnehmung erschaffen - die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens. Bern.
- May, R.M. 1976: Simple mathematical models with very complicated dynamics. In: Nature 261 (10.6.1976), S. 459-467.
- Mayntz, R. 1990: Naturwissenschaftliche Modelle, soziologische Theorie und das Mikro-Makro-Problem. In: W. Zapf (Hg.): Die Modernisierung moderner Gesellschaften. Frankfurt/M 1990:55-68.
- Moehring, M. 1991: Mimose. Eine funktionale Sprache zur Modellierung und Simulation individuellen Verhaltens in interagierenden Populationen. In: Kreutz/Bacher 1991:145-159.
- Mußmann, F. 1995: Komplexe Natur - Komplexe Wissenschaft. Selbstorganisation, Chaos, Komplexität und der Durchbruch des Systemdenkens in den Naturwissenschaften. Opladen.
- Nicolis, G., Prigogine, I. 1987: Die Erforschung des Komplexen. München.

- Olson, M.: 1992: Die Logik des kollektiven Handelns. Tübingen¹ (Mohr).
- Paslack, R. 1991: Urgeschichte der Selbstorganisation. Zur Archäologie eines wissenschaftlichen Paradigmas. Braunschweig.
- Peitgen, H.-O., Richter, P.H. 1986: The Beauty of Fractals: Images of Complex Dynamical Systems. Berlin.
- Popper, 1974: Das Elend des Historizismus. Tübingen.
- Prigogine, I. 1989: Die Wiederentdeckung der Zeit Naturwissenschaft in einer Welt begrenzter Vorhersagbarkeit In: Dürr, H.-P., Zimmerli, W.Ch. (Hg.): Geist und Natur. Über den Widerspruch zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und philosophischer Welterfahrung. Bern 1989:47-60.
- Prigogine, I. 1979: Vom Sein zum Werden. Zeit und Komplexität in den Naturwissenschaften. München.
- Prigogine, I., Stengers, I. 1981: Dialog mit der Natur. Neue Wege naturwissenschaftlichen Denkens. München
- Rapoport, A. 1980: Mathematische Methoden in den Sozialwissenschaften. Würzburg.
- Raub, W., Voss, Th.1981: Individuelles Handeln und gesellschaftliche Folgen. Das individualistische Programm in den Sozialwissenschaften. Darmstadt (Luchterhand, Soziologische Texte (Neue Folge) Bd. 120).
- Saperstein, A.M. 1984: Chaos - a model for the outbreak of war. In: Nature 309 (24.5.1984), S. 303-305.
- Saunders, P.T. 1980: An introduction to catastrophe theory. Cambridge (University Press).
- Schelling, T.C. 1971: Dynamic models of segregation. In: Journal of Mathematical Sociology 1; S.143-186.
- Schelling, T.C. 1978: Micromotives and macrobehaviour. New York.
- Schmidt-Denter, U. 1992: Chaosforschung: eine neue physikalische Herausforderung für die Psychologie? In: Psychologie in Erziehung und Unterricht 1992, H.1, S. 1-16.
- Schnell, R. 1990: Computersimulation und Theoriebildung in den Sozialwissenschaften. In : Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 42, S. 109-128.
- Schütz, A. 1971: Begriffs- und Theoriebildung in den Sozialwissenschaften. In: ders., Gesammelte Aufsätze Bd. I, S. 55-76, Den Haag (M. Nijhoff).
- Schuster, H.G. 1984: Deterministic chaos. An introduction. Weinheim (Physik-Verlag).
- Singer, H. 1992: Zeitkontinuierliche Dynamische Systeme. Studienbücher zur quantitativen und qualitativen Wirtschafts- und Sozialforschung, Bd. 3. Frankfurt/M (Campus: Studienbücher zur qualitativen und quantitativen Sozialforschung Bd. 3).
- Stahlecker, P., Schmidt, K 1991: Chaos und sensitive Abhängigkeit in ökonomischen Prozessen. In: Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften 111, S. 187-206.

- Thom, R. 1975: Structural Stability and Morphogenesis. Reading.
- Titze, H. 1987: Der Akademikerzyklus. Göttingen.
- Troitzsch, K.G. 1990: Modellbildung und Simulation in den Sozialwissenschaften. München (Vieweg).
- Troitzsch, K.G. 1991: Selbstorganisation in sozialen Systemen. In: Esser/Troitzsch 1991:507-540.
- Troitzsch, K.G. 1995 u.a.: Lehrerinnen und Lehrer an Gymnasien. Empirische Ergebnisse aus Rheinland-Pfalz und Reslutate einer Simulationsstudie (Ms. f. DGfS - Kongreß Halle 1995).
- Weidlich, W., Haag, G. 1983: Concepts and models of quantitative sociology. Berlin/Heidelberg/New York.
- Weise, P. 1990: Der synergetische Ansatz zur Analyse der gesellschaftlichen Selbstorganisation. In: Jahrbuch Ökonomie und Gesellschaft, Nr. 8: Individuelles Verhalten und kollektive Phänomene. Frankfurt/M 1990:12-64.
- Willke, H. 1989: Systemtheorie moderner Gesellschaften. Dynamik und Risikanz gesellschaftlicher Selbstorganisation. Weinheim.
- Wilson, T.P. 1984: On the role of mathematics in the social sciences. In: Fararo, T.J. (Hg.): Mathematical Ideas and Sociological Theory, S. 3-21, New York.
- Wippler, R. 1978: Nicht-intendierte Folgen sozialen Handelns. In: Soziale Welt 29:155-179.
- Witzel, A. 1982: Verfahren der qualitativen Sozialforschung. Überblick und Alternativen. Frankfurt/M.
- Woldeck, R.v. 1989: Formeln für das Tohuwabohu. In: Kursbuch 98: Das Chaos. Berlin 1989:1-26.
- Wunderlin, A., Haken, H. 1984: Some applications of basic ideas and models of synergetics to sociology. In: E. Frehland (Hg.): Synergetics. From Macroscopic to Microscopic Order (Springer Series in Synergetics 22) Berlin 1993:174-182.